

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

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

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

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

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SS0501_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	GENERALE	
<i>Titolo del documento</i>	MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK 0+404 A PK 0+505 RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	S	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	2	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	6
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
2.1	Riferimenti normativi.....	7
2.2	Riferimenti bibliografici .....	7
3	PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	10
4.1	Calcestruzzo per getti in opera .....	10
4.2	Calcestruzzo per fondazioni profonde .....	10
4.3	Acciaio per cemento armato .....	11
5	CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	12
5.1	Metodologia di calcolo .....	12
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	15
6.1	Stratigrafia di progetto .....	15
6.2	Coefficienti di spinta .....	20
6.2.1	Coefficienti di spinta in fase statica .....	20
6.2.2	Coefficienti di spinta in fase sismica .....	20
7	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	21
8	FASI COSTRUTTIVE.....	25
9	ANALISI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA .....	26
9.1	Analisi dei carichi.....	26
9.1.1	Peso proprio .....	26
9.1.2	Spinta delle terre in fase statica .....	26
9.1.3	Spinte delle terre in fase sismica .....	27
9.1.4	Sovraccarico permanente .....	27
9.2	Combinazioni di carico .....	27
10	VERIFICHE DEI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA .....	30
10.1	Verifiche geotecniche .....	30
10.2	Verifiche strutturali.....	39
10.2.1	Muri di sottoscarpa su diaframma H=6m .....	39
10.2.1.1	Calcolo delle massime sollecitazioni nel diaframma .....	39
10.2.1.2	Verifiche di resistenza dei diaframmi.....	42
10.2.1.3	Verifiche di resistenza dell'elevazione .....	48

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

10.2.1.4	Verifiche di resistenza della ciabatta di fondazione .....	54
11	<b>ANALISI MURO DI SOSTEGNO GETTATO IN OPERA.....</b>	<b>65</b>
11.1	Caratteristiche generali dell'opera .....	65
11.2	Analisi dei carichi.....	67
11.2.1	Peso proprio .....	67
11.2.2	Peso dei terreni.....	67
11.2.3	Spinta delle terre.....	67
11.2.3.1	Coefficienti di spinta in fase statica .....	68
11.2.3.2	Coefficienti di spinta in fase sismica .....	68
11.2.4	Sovraccarichi .....	69
11.2.5	Urto.....	69
11.3	Combinazioni di carico .....	69
11.4	Verifiche agli stati limite di esercizio .....	70
11.5	Verifiche a fessurazione .....	71
12	<b>VERIFICHE DEI MURI DI SOSTEGNO GETTATI IN OPERA.....</b>	<b>73</b>
12.1	Verifiche geotecniche .....	73
12.1.1	Verifica a ribaltamento .....	73
12.1.2	Verifica a scorrimento sul piano di posa.....	73
12.1.3	Verifica di capacità portante della fondazione .....	74
12.2	Verifiche strutturali.....	75
12.2.1	Verifiche agli S.L.U. ....	75
12.2.2	Verifica a flessione.....	75
12.2.2.1	Sezione S1– Elevazione .....	76
12.2.2.1	Sezione S1 – Fondazione .....	77
12.2.3	Verifica a taglio .....	78
12.2.3.1	Sezione S1– Elevazione .....	78
12.2.3.2	Sezione S1 – Fondazione .....	80
12.2.4	Verifiche agli S.L.E. ....	81
12.2.4.1	Sezione S1 – Elevazione .....	81
12.2.4.2	Sezione S1 – Fondazione .....	82
12.2.5	Verifiche a fessurazione.....	82
12.2.5.1	Sezione S1 – Elevazione .....	83
12.2.5.2	Sezione S1 – Fondazione .....	84

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

13	ANALISI DI STABILITA' .....	85
14	TABULATI DI CALCOLO.....	90
14.1	Muro di sottoscampa – Input SAP2000 Advanced rel. 14.0.0 .....	90
14.2	Muro di sottoscampa – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	97
14.3	Muro di sottoscampa – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	98
14.4	Muro di sottoscampa – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	102
14.5	Muro di sottoscampa – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica .....	103
14.6	Muro di sostegno – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	107
14.7	Muro di sostegno – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	109
14.8	Muro di sostegno – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	113
14.9	Muro di sostegno – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica .....	114

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Nell'ambito del progetto del ponte sullo stretto di Messina, lato Sicilia, è prevista la realizzazione di due tratti di muro, uno di sottoscarpa e uno di sostegno, lungo il rilevato di approccio al Viadotto Rampa 1 dello Svincolo Annunziata tra le progressive 0+404km e 0+505km.

Le opere in oggetto sono costituite da muri in c.a. gettati in opera; il muro di sostegno, a ridosso della spalla del viadotto e a lato della piattaforma stradale della rampa, si sviluppa per circa 66m tra le progr. (in asse riferimento rampa) 0+440km e 0+504.90km con altezza massima di 13m. Il muro di sottoscarpa, invece, in corrispondenza della terza banca del rilevato della rampa, a sostegno del terrapieno avente inclinazione delle scarpate 4/7 (circa 29°), si sviluppa per circa 67m tra le progr. (in asse riferimento rampa) 0+403.79km e 0+459.01km con altezza massima di 6m.

Mentre il muro di sostegno presenta fondazioni dirette, le fondazioni del muro di sottoscarpa sono invece di tipo profondo, costituite da diaframmi in c.a. di dimensioni 1.2m x 2.5m, altezza 8m, passo 3.6m, realizzati con benna mordente.

A tergo dei muri è previsto materiale drenante e un tubo di drenaggio per lo smaltimento delle eventuali acque di infiltrazione.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da depositi alluvionali recenti fino ad una profondità di 11m sotto il piano di posa della fondazione e da San Pier Niceto argilloso oltre.

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

La tabella seguente riassume le caratteristiche strutturali delle sezioni di calcolo considerate.

Sezione tipo	$H_{\max\text{-elevaz}}$ (m)	$S_{\text{elev}}$ (m)	$S_{\text{fond}}$ (m)	$B_{\text{fond}}$ (m)	$D_{\text{ant}}$ (m)	$D_{\text{post}}$ (m)	Tipologia Fondazione
Muro di sottoscarpa H=6m	6	0,3÷0,9	1	4.5	2	1,6	indiretta su diaframmi
Muro di sostegno H=13m	13	0,5÷1,6	2	1,6	3	5,4	diretta

Tabella 1 Caratteristiche geometriche dei muri

dove  $S_{\text{elev}}$  e  $S_{\text{fond}}$  rappresentano gli spessori rispettivamente dell'elevazione e della fondazione,  $B_{\text{fond}}$ ,  $D_{\text{ant}}$  e  $D_{\text{post}}$  rispettivamente la base, il dente anteriore e quello posteriore della fondazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

**Ministero dei LL.PP. - D.M. 14.01.2008:** "Norme tecniche per le Costruzioni".

**Ministero dei LL.PP. - Circ. 617 del 02.02.2009:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008;

**C.N.R. 10011:** "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";

**C.N.R. 10012:** "Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni";

**C.N.R. 10024:** "Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo";

**UNI EN 1537 - 2002:** "Esecuzione di lavori geotecnici speciali. Tiranti di ancoraggio.

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

### 2.2 Riferimenti bibliografici

**Migliacci – F. Mola:** Progetto agli stati limite delle strutture in c.a. – Masson Italia Editori 1985

**Bowles J.E. (1988):** "Foundations Analysis and Design, 4<sup>th</sup> ed." – McGraw-Hill, New York

**Nova R. (2002):** "Fondamenti di meccanica delle terre" – McGraw-Hill, Milano

**Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993)** – Ancoraggi nei terreni e nelle rocce

**Terzaghi K. (1943):** "Theoretical Soil Mechanics" – J.Wiley & Sons, New York

C. Cestelli Guidi: **Geotecnica e tecnica delle fondazioni** – Ulrico Hoepli Editore, 1987

**Lancellotta R.:** Geotecnica - Edizioni Zanichelli - 1987

**Cestelli Guidi C.:** Geotecnica e tecnica delle fondazioni - Ulrico Hoepli Editore - 1987

**Horikoshi K., Randolph M.F.:** Estimation of overall settlement of piled rafts - *Soils and Foundations Vol.39 n° 2 pp.59-68 - 1999*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### 3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

#### **SLIDE rel 5.0**

Rocscience Inc.

*Programma per l'analisi di stabilità di pendii*

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

E', inoltre, possibile inserire la presenza della falda, di carichi concentrati o distribuiti, di carichi sismici o di incrementi della pressione dell'acqua interstiziale.

#### **VcaSlu - GELFI versione 7.6**

By Prof. Piero Gelfi

*Programma per le verifiche a presso-flessione SLU per sezioni in C.A. e C.A.P.*

Il programma VcaSlu consente la Verifica di sezioni in Cemento Armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo Stato Limite Ultimo che con il Metodo n. Permette inoltre di tracciare il Domino M-N, il diagramma Momento-Curvatura per la verifica di stabilità con il metodo della Colonna-Modello ed il Dominio Mx-My.. I legami s-e dei materiali, adottati per le verifiche allo Stato Limite Ultimo, sono quelli indicati dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14-1-2008) e dall'Eurocodice 2 (parabola rettangolo per il calcestruzzo e legame elastico-perfettamente plastico per l'acciaio).

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

By Ing. Dante Sangalli

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

Il programma STS consente la Verifica di sezioni in Cemento Armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo Stato Limite Ultimo che con il Metodo n. I legami s-e dei materiali, adottati per le verifiche allo Stato Limite Ultimo, sono quelli indicati dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14-1-2008) e dall'Eurocodice 2 (parabola rettangolo per il calcestruzzo e legame elastico-perfettamente plastico per l'acciaio).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

**SAP2000 Advanced rel. 14.0.0**

Structural Analysis program – Computers and Structures, Inc. – Berkeley CA, USA

*Programma di calcolo ad elementi finiti monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali.*

Il programma consente di adottare un modello numerico di calcolo composto da elementi finiti monodimensionali di tipo trave. L'interazione tra il terreno e la struttura viene simulata attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi della struttura, la cui rigidità è determinata in funzione del modulo di reazione del terreno. Le analisi vengono condotte in condizioni di deformazioni piane.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0501_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per getti in opera

Classe di resistenza	C28/35 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.45 -
Slump	S4 -
Contenuto minimo di cemento	360 Kg/m <sup>3</sup>
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XF4 -

#### **Caratteristiche del calcestruzzo:**

Resistenza caratt. a compressione cubica	$R_{ck} = -$	$= 35.00$	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a compressione cilindr.	$f_{ck} = -$	$= 29.05$	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindr.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 37.05$	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$= 32588.11$	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	$= 2.83$	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	$= 1.98$	N/mm <sup>2</sup>

#### **Resistenze di calcolo a SLU:**

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c = -$	$= 1.50$	-
Coeff. riduttivo per resist. di lunga durata	$\alpha_{cc} = -$	$= 0.85$	-
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	$= 16.46$	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	$= 1.32$	N/mm <sup>2</sup>

#### **Resistenze di calcolo a SLE:**

Massima compressione (Comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck}$	$= 17.43$	N/mm <sup>2</sup>
Massima compressione (Comb. Q.P.)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck}$	$= 13.94$	N/mm <sup>2</sup>

### 4.2 Calcestruzzo per fondazioni profonde

Classe di resistenza	C25/30 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.6 -
Slump	S4 -
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XC2 -

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**Caratteristiche del calcestruzzo:**

Resistenza caratt. a compressione cubica	$R_{ck} = -$	$= 30.00$	$N/mm^2$
Resistenza caratt. a compressione cilindr.	$f_{ck} = -$	$= 24.90$	$N/mm^2$
Resistenza media a compressione cilindr.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 32.05$	$N/mm^2$
Modulo elastico	$E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$= 31447.16$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	$= 2.56$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	$= 1.79$	$N/mm^2$

**Resistenze di calcolo a SLU:**

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c = -$	$= 1.50$	-
Coeff. riduttivo per resist. di lunga durata	$\alpha_{cc} = -$	$= 0.85$	-
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	$= 14.11$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	$= 1.19$	$N/mm^2$

**Resistenze di calcolo a SLE:**

Massima compressione (Comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck}$	$= 14.94$	$N/mm^2$
Massima compressione (Comb. Q.P.)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck}$	$= 11.21$	$N/mm^2$

**4.3 Acciaio per cemento armato**

Tipo di acciaio	B450C -
Copriferro min. per muri in elevazione	50 mm
Sovrapposizioni continue	50 $\emptyset$

**Caratteristiche dell'acciaio:**

Tensione caratt. di rottura (fratt. 5%)	$f_{tk} = -$	$= 540.00$	$N/mm^2$
Tensione caratt. di snervamento (fratt. 5%)	$f_{yk} = -$	$= 450.00$	$N/mm^2$

**Resistenze di calcolo a SLU:**

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = -$	$= 1.15$	-
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	$= 391.30$	$N/mm^2$

**Resistenze di calcolo a SLE:**

Tensione massima di trazione	$\sigma_s < 0.80 f_{yk}$	$= 360.00$	$N/mm^2$
------------------------------	--------------------------	------------	----------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 5.1 Metodologia di calcolo

Il dimensionamento delle paratie è stato condotto utilizzando il metodo agli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, il D.M. 14/01/2008. Tale normativa impone una doppia verifica, agli Stati Limite d'Esercizio e agli Stati Limite Ultimi. Nelle condizioni di esercizio si verifica che le deformazioni risultino ammissibili per le strutture e per i terreni in sito, considerando valori caratteristici sia dei carichi sia dei parametri del terreno, mentre agli S.L.U., la normativa impone di considerare almeno i seguenti stati limite:

- stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno;
- scorrimento sul piano di posa collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
- ribaltamento;
- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

accertando che sia soddisfatta, per ogni stato limite considerato, la condizione:

$$E_d < R_d$$

dove  $E_d$  e  $R_d$  rappresentano rispettivamente le sollecitazioni e le resistenze di progetto, calcolate tenendo in conto dei coefficienti parziali per le azioni e per i parametri geotecnici riportati nelle seguenti tabelle:

carichi	effetto	coeff. parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tabella 6.2.1 delle N.T.C. 2008

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

parametro	simbolo	coeff. parziale	M1	M2
tangente angolo di attrito	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
peso unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

Tabella 6.2.II delle N.T.C. 2008

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

$$A2+M2+R2$$

Il coefficiente parziale sulle resistenza, associato al caso 'R2', è pari a 1.1. Nelle verifiche di stabilità globale, quindi, il fattore di sicurezza minimo da raggiungere, dopo aver fattorizzato i carichi ed i parametri secondo 'A2' e 'M2' rispettivamente, è pari a 1.1. In fase sismica, l'analisi viene condotta ponendo pari ad uno tutti i coefficienti A e considerando i valori caratteristici dei parametri geotecnici (coeff parz. M1), infine la normativa lascia valutare, con giusta motivazione, al progettista il coefficiente di sicurezza.

Per le rimanenti verifiche la normativa permette di adottare *almeno uno* dei seguenti approcci, ognuno con le relative combinazioni riassunte nella seguente tabella, in cui il segno '+', in ossequio alla nuova normativa, ha il significato di 'combinato con'.

<b>APPROCCIO 1</b>	<b>Combinazione</b>
Comb1	A1+M1+R1
Comb2	A2+M2+R2

oppure

<b>APPROCCIO 2</b>	<b>Combinazione</b>
-	A1+M1+R3

I fattori parziali  $\gamma_R$  sono riassunti nel seguito a seconda della verifica e del caso in oggetto:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$

Nel nostro caso le verifiche sono state affrontate seguendo l'approccio 1, quindi eseguendo le verifiche in entrambe le combinazioni 1 e 2, a cui corrispondono i coefficienti parziali dei casi "R1" e "R2" tutti unitari.

Le verifiche sismiche vengono condotte imponendo pari ad uno tutti i coefficienti A delle due combinazioni descritte per il caso statico. La verifica dimensionante è ovviamente quella con i parametri geotecnici ridotti:

	<b>Combinazione</b>
Comb SISM	(A2=1) + M2 + R2

In particolare la normativa sottolinea che per la verifica al ribaltamento si considera lo stato limite di equilibrio di un corpo rigido (EQU). Nella verifica alla traslazione, invece, non dev'essere considerata la resistenza passiva del terreno a valle del muro; solo in casi particolari con relative giustificazioni, la normativa permette di considerare al massimo il 50% di tale resistenza.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli elaborati di riferimento utilizzati per la caratterizzazione geotecnica sono:

- “Relazione Geotecnica Generale” (cod. CG0800PRBDSSCB8G000000001C)
- “Relazione sismica generale” (cod. CG0800PRGDCSBC8G000000001C)
- “Profili geotecnici” (cod. CG0800PFZDCSBC8ST000000001C, 02C, 03C, 04C, 05C, 06C, 07C, 08C, 09C, 10C, 11C, 12C, 13B, 14A, 15A).

### 6.1 Stratigrafia di progetto

Le **litologie** prevalenti sono costituite dalla formazione dei Depositi alluvionali e dal San Pier Niceto Argilloso.

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.

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

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

La falda risulta presente a quota -17.8 m da piano campagna, come si evince dagli elaborati di progetto:

Codice	Titolo del documento
CG0800PRBDSSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CG0800PRGDSSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DSSBC6G000000009 -10-11-12	Carta idrogeologica versante Sicilia
CG0800PF6DSSBC6ST00000001- 02-03-04-05-21-22-23-24	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
CG0800PF6DSSBC6ST00000011- 12-13-14-15-25-26-27-28	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

Data l'esiguità delle prove localmente presenti (S441, S434), si è scelto di tenere conto di tutti i sondaggi e le prove della tratta che va dal Km 10+000 al Km 10+400 circa.

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono quindi S430, S431, S432, S435, S436, S437, S441, I2 (campagna del 2010), S07, S08 (campagna del 2002).

Non sono localmente presenti indagini per la determinazione delle categorie sismiche di suolo.

#### Depositi alluvionali

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove SPT (S437,S431,S441,S436)
- prove sismiche a rifrazione (S432-SR15 )
- prove di laboratorio per la determinazione delle granulometrie e delle caratteristiche fisiche (S430, S431, S432, S436, S437)

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche l'andamento del fuso (campioni dei sondaggi S432,S437,S431,S441,S436) evidenzia che i litotipi corrispondono a materiali a grana grossa (ghiaie 39%), materiali intermedi (sabbie 45%). Il contenuto di fino è mediamente del 14%.

Con riferimento al fuso medio:

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

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

Per quanto concerne lo stato iniziale ed i parametri di resistenza dalle prove SPT si ha:

- **Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.45$  corrispondente al  $d_{50}=3mm$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- $e_o$ : 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  $D_r$  è stato possibile determinare i valori di  $e_o$  in sito; il valore di  $e_o$  è mediamente pari a 0.4-0.6.
- $\gamma_d$  : si ottiene un pari a 17-19 KN/m<sup>3</sup>
- $K_0$ : si considera la relazione di Jaky.

$z(m)$	$D_r(\%)$	$K_0$	$\phi'_p (pff=0-272KPa) (^\circ)$	$\phi'_{cv} (^\circ)$
0-10	40-70	0.32-0.40	37-43	33-35

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà  $\phi' = 38$ .

Per i parametri di deformabilità dalle sismiche a rifrazione (S432-SR15 e PR18 SR) si ottengono valori di  $V_s$  che vanno mediamente da 200 m/s a 300 m/s.  $G_0$  varia da 80 a 150 Mpa fino a 15m di profondità. I valori di  $G_0$  da prove SPT hanno invece un andamento che, stimato graficamente con una linea di tendenza, risulta pari a:

$$G_o = 34 \cdot (z)^{0.65}$$

$$E_o = 80 \cdot (z)^{0.65}$$

$$E = (10 \div 25) \cdot (z)^{0.65}$$

pari rispettivamente a circa  $1/10 \div 1/5$  (medio - alte deformazioni) ed ad  $1/3$  di quelli iniziali (piccole deformazioni).

#### San Pier Niceto Argilloso

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

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

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche il fuso granulometrico mostra che le caratteristiche sono tipiche di materiali a grana medio fine con percentuale media di sabbia al 20%, limo al 62% ed argilla al 18%. Si ha che  $D_{50}=0.06$ ,  $D_{60}=0.15$  e  $D_{10}=0.001$  mm. Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si ha  $W_n=30\%$ ,  $W_l=50\%$ ,  $W_p=35\%$ ,  $IP=15\%$ . Dalla carta di Casagrande la posizione corrisponderebbe a limi di medio alta plasticità. Per il peso di volume  $\gamma$  si assume un valore medio di 20KN/m<sup>3</sup>.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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

Dalle prove di taglio diretto (campioni sondaggio S457) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,050-0,080 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{picco}} = 27^{\circ} \div 20^{\circ}$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

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

$$\phi'_{\text{cv}} = 25^{\circ}-20^{\circ}$$

Nelle prove triassiali (campioni sondaggio S465) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,016-0,020 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{picco}} = 21^{\circ} \div 22^{\circ}$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

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

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

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

Per i parametri di deformabilità, dalle prove dilatometriche (S459bis, S453) effettuate sulla componente argillosa si evince un range del modulo pari a 55-75 MPa. Un valore singolo (S459bis a 54m) raggiunge invece 1000 MPa ma sembrerebbe essere stato effettuato su un livello conglomeratico che si alterna a quello argilloso. Dalle prove di sismica a rifrazione (S454-SR3 e SR5 e S434-SR2) si ottengono valori medi di velocità  $V_s$  ascrivibili all'intero pacchetto del San Pier Niceto argilloso molto elevate e pari a 800 e 1500 m/s fra 20 e 50m di profondità. A tali valori corrisponderebbe un range di moduli  $G_0$  pari a 1100 e a 4600 MPa, e quindi di  $E_0$  pari a 2640 e a 11000 MPa con  $E' = 264-1100 \text{ MPa}$  e  $1100-3670 \text{ MPa}$  (rispettivamente pari a  $1/10 E_0$  ed  $1/3 E_0$ ).

Tale discrepanza con i valori ottenuti dalle pressiometriche possono ascrivarsi

- alla difficoltà, nell'interpretazione delle sismiche a rifrazione, nell'individuare il sismostrato esattamente riferibile alla formazione in esame che rende eventualmente affetta da errore l'individuazione dell'esatto valore di  $V_s$ ,
- alla presenza, all'interno del pacchetto del San Pier Niceto argilloso, di strati arenacei cementati che condizionano la risposta elastica globale.
- all'eventuale disturbo del foro in cui sono state effettuate le prove pressiometriche

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- al fatto che quasi tutte le dilatometriche (tranne S459bis) forniscono valori di primo carico.

Si ritiene cautelativo assumere, per la sola facies prettamente argillosa, un modulo operativo di  $E' = 70 \div 120$  MPa, compatibili rispettivamente con:

$E' = 200$  Cu (valore minimo)

$E' = 400$  Cu (valore massimo)

avendo posto un valore cautelativo di  $Cu = 300$  kPa

Di seguito si riportano i parametri geotecnici adottati nel dimensionamento; si rileva che risultano significativi solo i parametri dei depositi alluvionali recenti, in quanto la profondità dei diaframmi adottata è pari a 8 m mentre la profondità di imposta della fondazione del muro di sostegno non supera 3,70m.

livello	sp. (m da intradosso fondazione)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_k$ (°)	$c'_k$ (kPa)	$c_{u-k}$ (kPa)	E (MPa)
Rilevato	-	20	38	0	-	-
Depositi alluvionali recenti	0 - 11	18	38	0	-	$(10)z^{0.65}$
San Pier Niceto argilloso	-	20	22	20	-	70

dove:

$\gamma$	peso di volume
$c'$	coesione drenata
$\phi' [^\circ]$	angolo di attrito efficace
E	modulo elastico

La falda in versante si trova a -17,5 m dal piano campana e risulta profonda rispetto alle opere in oggetto.

Data l'esiguità di indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo, alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C**.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6.2 Coefficienti di spinta

### 6.2.1 Coefficienti di spinta in fase statica

Nel caso dei muri fondati su diaframmi, in virtù della ridotta rotazione dei muri, viene adottato il coefficiente di spinta a riposo, calcolato secondo la seguente relazione.

$$K_0 = 1 - \tan(\phi)$$

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_0$
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.38
Progetto	A2+M2+R2	32	0.47

*Coefficienti di spinta caso statico*

Per la valutazione della spinta attiva in fase statica nel caso dei muri su diaframmi, per tenere conto dell'inclinazione del pendio a monte dei muri, è stato considerato il peso del terreno posto sopra la testa-muro: per il caso in esame, si considera un sovraccarico permanente pari a 40 kPa circa, adottato nei calcoli.

### 6.2.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

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

$$K_{a, sism} = \frac{\tan^2(\psi + \varphi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \tan^2 \varphi \cdot \tan(\psi - \vartheta - \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\tan(\delta + \varphi) \cdot \tan(\varphi - \varepsilon - \vartheta)}{\tan(\psi - \vartheta - \varphi) \cdot \tan(\psi + \varepsilon)}} \right)^2} \quad (\text{spinta attiva})$$

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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

<b>Stato Limite di Danno (SLD)</b>		
Accel. orizz. max su sito di riferimento rigido	<b><math>a_g/g</math></b>	<b>0,16</b> [-]
Coefficiente di riduzione di $a_g$	$\beta_m$	0,24 [-]
Coefficienti sismici	$k_{h-SLD}$	0,056 [-]
	$k_{v-SLD}$	0,028 [-]
Coeff. spinta sismica (M-O) - strato 1	$K ?$	0,424 [-]
	$K ?$	0,430 [-]
Coeff. spinta sismica parzializzata (M-O) - strato 1	$K_d ?$	0,844 [-]
	$K_d ?$	0,848 [-]
<b>Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)</b>		
Accel. orizz. max su sito di riferimento rigido	<b><math>a_g/g</math></b>	<b>0,418</b> [-]
Coefficiente di riduzione di $a_g$	$\beta_m$	0,350 [-]
Coefficienti sismici	$k_{h-SLV}$	0,158 [-]
	$k_{v-SLV}$	0,079 [-]
Coeff. spinta sismica (M-O) - strato 1	$K ?$	0,731 [-]
	$K ?$	0,962 [-]
Coeff. spinta sismica parzializzata (M-O) - strato 1	$K_d ?$	0,976 [-]
	$K_d ?$	1,014 [-]

*Coefficienti di spinta attiva in fase sismica (muri con taglione e muri su diaframmi)*

## 7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

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

Lat.	38° 13' 34,53" N
Long.	15° 32' 48,58" E

$a_{g-SLV}$	0.418
$a_{g-SLD}$	0.159

A partire dalle accelerazioni su suolo rigido si ricavano le accelerazioni attese al sito ( $a_{max}$ ), ottenute moltiplicando le  $a_g$  per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. La categoria di suolo prevista è C, mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m.

Si ottengono quindi questi valori di  $a_{max}$ :

$S_{S-SLV}$	1.080
$S_{S-SLD}$	1.474
$S_T$	1
$a_{max-SLV}$	$a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.451$
$a_{max-SLD}$	$a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.234$

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

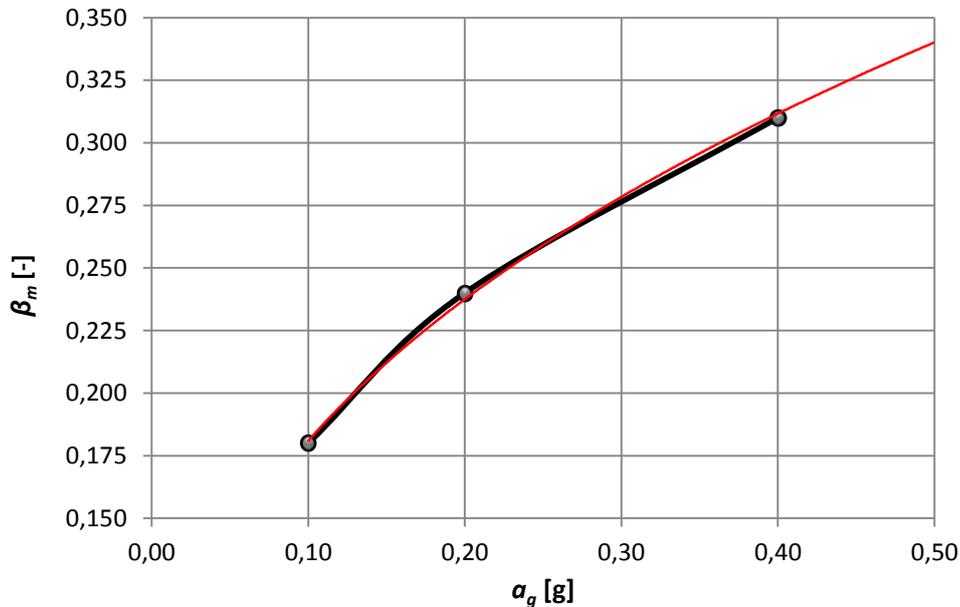


Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

Cautelativamente si è assunto  $\beta_m = 0.35$  per SLV.

Per SLD risulta:  $\beta_m = 0.24$

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

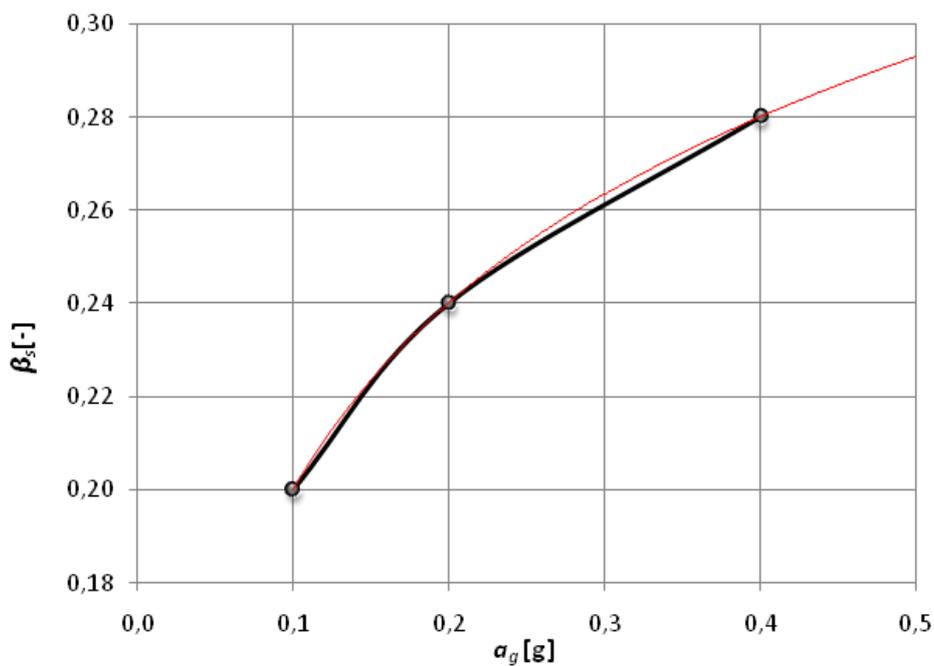


Figura 2: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8 FASI COSTRUTTIVE

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

- sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione del muro di sottoscarpa;
- realizzazione dei diaframmi con benna mordente;
- getto in c.a. della fondazione con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
- getto in c.a. dell'elevazione;
- riempimento a tergo del muro fino alla quota di fondazione del muro di sostegno con formazione del piano di posa del rilevato;
- getto in c.a. della fondazione del muro di sostegno con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
- getto in c.a. dell'elevazione;
- costruzione del rilevato a tergo del muro di sostegno e del muro di sottoscarpa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9 ANALISI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA

### 9.1 Analisi dei carichi

#### 9.1.1 Peso proprio

Il peso proprio del muro in c.a. è valutato in ragione di 25.0 kN/m<sup>3</sup>.

Il muri oggetto di verifica hanno le seguenti geometrie di calcolo:

Lunghezza fondazione [m]	Spessore fondazione [m]	Altezza elevazione [m]	Spessore elevazione [m]	Peso elevazione [kN]	Peso fondazione [kN]
4,5	1	6	0,3 ÷ 0,9	90	112,5

#### 9.1.2 Spinta delle terre in fase statica

##### Spinta attiva di progetto

Le spinte del terreno sono valutate in base alle caratteristiche geotecniche del terreno desunte dalla relazione geotecnica. Il valore di spinta di progetto sulla struttura è calcolato secondo la seguente formula:

$$S_{ad} = \frac{1}{2} \cdot k_{0d} \cdot \gamma_d \cdot H^2 \text{ [kN/m]}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_k}{\gamma_\gamma} = \frac{\gamma_k}{1.0}$$

$$\phi_d = \arctg\left(\frac{\tan\phi_k}{\gamma_\phi}\right) = \arctg\left(\frac{\tan\phi_k}{1.25}\right)$$

dove:

- $\gamma_k$  = peso caratteristico terreno per unità di volume
- $\gamma_d$  = peso di progetto terreno per unità di volume
- $\phi_k$  = angolo di attrito interno caratteristico del terreno
- $\phi_d$  = angolo di attrito interno di progetto del terreno
- $K_{0d}$  = coefficiente di a riposo di progetto funzione di  $\phi_d$
- H = altezza di spinta

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 9.1.3 Spinte delle terre in fase sismica

#### Spinta attiva di progetto

Nella fase sismica le spinte attive di progetto sono valutate secondo le formule di Mononobe-Okabe:

$$S_{ad} = \frac{1}{2} \cdot k_{aed} \cdot \gamma_d \cdot H^2 (1 \pm k_v) \text{ [kN/m]}$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h$$

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

dove:

- $a_{\max}$  = accelerazione massima di progetto del suolo rigido
- $g$  = accelerazione di gravità
- $\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
- $k_h$  = coefficiente sismico orizzontale
- $k_v$  = coefficiente sismico verticale
- $k_{aed}$  = coefficiente di spinta attiva di progetto in fase sismica

### 9.1.4 Sovraccarico permanente

Il peso della scarpata a tergo del muro viene considerato come sovraccarico permanente.

Il terreno che grava direttamente sulla fondazione verrà chiamato permanente stabilizzante, mentre il terreno che grava solo sul cuneo di spinta verrà chiamato permanente ribaltante.

## 9.2 Combinazioni di carico

Si illustrano di seguito le combinazioni di carico utilizzate per le verifiche geotecniche e strutturali. Le combinazioni di verifica risultano conformi a quanto riportato nei paragrafi 2.5.3 (“*Sicurezza e prestazioni attese – Combinazione delle azioni*”) e 6.2.3 (“*Progettazione geotecnica – Verifiche della sicurezza e delle prestazioni*”) del D.M. 14/01/2008.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

			Peso proprio	Peso terreno	Peso permanenti	Peso accidentali	Spinta terre	Spinta permanenti	Spinta accidentali	Azioni in testa muro	Azioni sismiche
<b>Combinazioni per verifiche geotecniche e strutturali</b>	<b>SLU</b>	<b>EQU</b>	0,90	0,90	0,90	0,00	1,10	1,10	1,50	0,00	0,00
		<b>EQU SISM</b>	0,90	0,90	0,90	0,00	1,10	1,10	1,50	0,00	1,00
		<b>GEO-F1</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00
		<b>GEO-F2</b>	1,00	1,00	1,00	1,30	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00
		<b>GEO_ECC</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
		<b>GEO_SISM ↓</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		<b>GEO_SISM ↑</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		<b>STR_F1</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,30	1,30	1,50	0,00	0,00
		<b>STR_F2</b>	1,00	1,00	1,00	1,50	1,30	1,30	1,50	0,00	0,00
<b>Combinazioni per verifiche strutturali</b>	<b>SLE</b>	<b>SLE_QP</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
		<b>SLE_FR</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,00
		<b>SLE_CAR</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
		<b>SLE_SISM ↓</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		<b>SLE_SISM ↑</b>	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Le combinazioni tipo SLU vengono utilizzate per le verifiche agli Stati Limite Ultimi (dove: F=Fondamentale; ECC=Eccezionale; SISM=Sismica), mentre le combinazioni tipo SLE per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (dove: QP=Quasi Permanente; FR=Frequente; CAR=Caratteristico; SISM=Sismico).

Con '↑' si intende che l'accelerazione sismica verticale è stata assunta positiva verso l'alto, e viceversa con '↓'.

Si noti che le verifiche tipo GEO e EQU sono caratterizzate da parametri di progetto ridotti con i coefficienti M2, mentre le verifiche tipo STR e SLE sono effettuate con i parametri caratteristici del terreno (M1).

Di norma le combinazioni GEO sono più severe nei confronti del dimensionamento geotecnico, mentre le combinazioni STR nei confronti del dimensionamento strutturale. Per completezza vengono comunque effettuate entrambe.

In particolare, gli stati limite ultimi per scorrimento sul piano di posa, collasso per carico limite dell'insieme terreno-fondazione e di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali sono

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

analizzati considerando la condizione peggiore tra tutte le condizioni SLU, esclusa la EQU.

La verifica al ribaltamento è effettuata considerando la condizione peggiore tra la EQU, la GEO\_ECC e le GEO\_SISM, essendo quest'ultime le combinazioni analoghe alla EQU in condizioni sismiche e eccezionali, cioè ponendo i coefficienti EQU=1.

Le combinazioni SLE vengono considerate per le verifiche di resistenza in esercizio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 10 VERIFICHE DEI MURI DI SOTTOSCARPA GETTATI IN OPERA

### 10.1 Verifiche geotecniche

In un primo momento, i muri di sottoscarpa sono stati progettati con fondazioni dirette e verificati a scivolamento, a ribaltamento e a portanza.

#### Sollecitazioni a livello intradosso fondazione

Le sollecitazioni agenti sul muro e i relativi bracci rispetto al baricentro della ciabatta di fondazione ( $b_M$  per le verifiche a capacità portante) e rispetto all'estremità più a valle della ciabatta di fondazione ( $b_O$  per le verifiche a ribaltamento) sono riportati nella tabella seguente.

#### MURO DI SOTTOSCARPA H=6m

Azioni sollecitanti a base fondazione del concio	GEO		STRU		$b_{\text{oriz.}(O)}$ [m]	$b_{\text{oriz.}(M)}$ [m]	$b_{\text{vert}}$ [m]
	N [kN]	V [kN]	N [kN]	V [kN]			
Peso proprio elevazione	90,00		90,00		2,33	-0,08	
Peso proprio ciabatta di fondazione	112,50		112,50		2,25	0,00	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta posteriore	225,00		225,00		3,56	-1,31	
Peso del terreno da rilevato su ciabatta anteriore	0,00		0,00		1,01	1,24	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta posteriore	0,00		0,00		3,56	-1,31	
Peso dei sovraccarichi permanenti su ciabatta anteriore	0,00		0,00		1,01	1,24	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta posteriore	0,00		0,00		3,56	-1,31	
Peso dei sovraccarichi accidentali su ciabatta anteriore	0,00		0,00		1,01	1,24	
Spinte del terreno da rilevato a monte -	83,80	214,51	80,58	170,22	4,50	-2,25	2,33
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	47,88	122,57	46,05	97,27	4,50	-2,25	3,50
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	-2,25	-
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00			0,00
Incres. sismico peso proprio elevazione (SLV)	7,11	14,22	7,11	14,22	2,33	-0,08	3,50
Incres. sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLV)	8,89	17,78	8,89	17,78	2,25	0,00	0,50
Incres. sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLV)	19,31	38,63	19,31	38,63	3,59	-1,34	4,98

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Increm. sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLV)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLV)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	-1,31	1,00
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLV)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)	229,43	587,31			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLV)	0,00	0,00			4,50	-2,25	-
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)	238,56	610,69			-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLV)	0,00	0,00			4,50	-2,25	-
Increm. sismico peso proprio elevazione (SLD)	2,53	5,06	2,53	14,22	2,33	-0,08	3,50
Increm. sismico peso proprio ciabatta di fondazione (SLD)	3,16	6,33	3,16	17,78	2,25	0,00	0,50
Increm. sismico terreno da rilevato su ciabatta posteriore (SLD)	6,88	13,75	6,88	38,63	3,59	-1,34	4,98
Increm. sismico terreno da rilevato su ciabatta anteriore (SLD)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta posteriore (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	-1,31	1,00
Increm. sismico sovraccarichi perm. su ciabatta anteriore (SLD)	0,00		0,00		1,01	1,24	1,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	198,42	507,93	117,28	247,74	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi perm. ↓ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	-2,25	0,00
Spinte sismiche del terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	199,43	510,52	118,91	251,18	-	-	-
Spinte sismiche del terreno dovute a sovraccarichi permanenti ↑ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	-2,25	0,00

Tali valori andranno opportunamente combinati (secondo le combinazioni di carico riportate nel paragrafo precedente) per effettuare le verifiche di stabilità geotecniche (ribaltamento, scivolamento e portata).

#### Verifiche a ribaltamento

Si valuta il valore del momento stabilizzante e del momento ribaltante e si verifica che il rapporto tra i due sia maggiore di  $\gamma_R = 1.0$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0501_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

### MURO DI SOTTOSCARPA H=6m

Verifiche a ribaltamento		Comb.	Comb.	Comb.	Comb.
		EQU	GEO_ECC	GEO_SISM ↓	GEO_SISM ↑
Momento stabilizzante totale	[kNm]	1138	1264	1234	1445
Momento ribaltante totale	[kNm]	371	930	1825	1888
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	[-]	3,07	1,36	0,68	0,77

I fattori di sicurezza risultano inferiori all'unità e suggeriscono lo studio di soluzioni alternative.

### Verifiche a scivolamento

Si valuta il valore delle forze verticali (contributi resistenti) e delle forze orizzontali (forze di scorrimento); quindi si verifica che il rapporto tra le due sia maggiore di  $\gamma_R = 1.0$ .

### MURO DI SOTTOSCARPA H=6m

Verifiche a scivolamento		Comb. GEO-F1	Comb. GEO-F2	Comb. GEO_ECC	Comb. GEO_SISM ↓	Comb. GEO_SISM ↑	Comb. STR_F1	Comb. STR_F2
Forza di attrito totale	[kN/m]	334	334	334	322	377	334	334
Forza di scorrimento totale	[kN/m]	337	337	337	658	681	348	348
Coefficiente di sicurezza allo scivolamento	[-]	0,99	0,99	0,99	0,49	0,55	0,96	0,96

Le verifiche non risultano soddisfatte in nessuno dei casi. si procede quindi con il dimensionamento di fondazioni profonde su diaframmi.

### **Verifica di portata e dimensionamento delle fondazioni profonde**

Nel caso dei muri di sottoscarpa, le elevate sollecitazioni alla base della struttura hanno richiesto l'inserimento di fondazioni profonde atte a garantire la stabilità dell'opera in termini di rotazione, scorrimento e portata. A tali fondazioni profonde, costituite da diaframmi di dimensioni 1.2m di spessore e 2.5m di larghezza, si affidano le sollecitazioni risultanti nel baricentro della fondazione del muro.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Con riferimento alle altezze di muro di sottoscampa precedentemente analizzate, sono stati dimensionati i seguenti diaframmi:

Altezza muro	Diaframma	
	Profondità	Interasse
H=6m	L=8m	3.6m

Il calcolo della capacità portante dei diaframmi utilizzati come fondazione nei muri di sottoscampa, è stato condotto in accordo con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 verificando che l'azione di progetto  $E_d$  risulti inferiore al valore di progetto della resistenza  $R_d$ . In particolare, la verifica di tale condizione è stata effettuata tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali dell'approccio1, sia in condizioni statiche che sismiche:

Comb 2 (GEO)	A2+M1+R2
Comb SLV	(A=1)+M1+R3

La tabella seguente riporta i valori dei parametri geotecnici utilizzati nei calcoli:

Parametri minimi					
livello	Quota da testa diafr [m]	$\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	$q_{b-max}$ (kPa)	$\tau_{limite}$ (kPa)
Depositi alluvionali recenti	0 ÷ 9	18	38	666	30
San Pier Niceto argilloso	> 9	20	22	1300	60

Le sollecitazioni di progetto su ciascun diaframma di fondazione, si ricavano dai calcoli riportati nei paragrafi precedenti.

La capacità portante di un singolo pannello di diaframmi ( $R_{c,cal-tot}$ ) in terreni granulari e /o coesivi come quelli in esame è fornita dalla seguente espressione:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<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						

$$R_{c,cal-tot} = \frac{R_{c,cal-base}}{\gamma_b} + \frac{R_{c,cal-lat}}{\gamma_s} - W_{palo} = \left[ \frac{(a \cdot b) \cdot q_{limbase}}{\gamma_b} + \frac{2 \cdot (a+b) \cdot \sum_1^n \tau_i \cdot h_i}{\gamma_s} - W_{diafr} \right] \text{dove:}$$

$R_{c,cal-base}$	Portanza di base di calcolo	[kN]
$R_{c,cal-lat}$	Resistenza laterale di calcolo	[kN]
$\gamma_b, \gamma_s$	Coefficienti di sicurezza per la portanza di base e laterale	[-]
a,b	Dimensioni del diaframma, pari a 2,5x1,2 m	[m]
$q_{lim,base}$	Resistenza unitaria alla punta $\leq q_{b-max}$	[kPa]
$W_{diafr}$	Peso proprio del diaframma, assunto con fattore parziale $\gamma_M$ unitario	[kN]
$\tau_i$	Aderenza unitaria laterale dello strato i-esimo	[kPa]
$h_i$	Spessore dello strato i-esimo a contatto con il diaframma, assunto pari a 0.25 m	[m]

I coefficienti di sicurezza  $\gamma_b$  e  $\gamma_s$ , secondo quanto riportato nella normativa di riferimento per pali trivellati che possono essere assimilati ai diaframmi, sono stati assunti pari a:

$\gamma_b$	$\gamma_s$
1.7	1.45

I valori della resistenza alla punta unitaria e dell'aderenza unitaria laterale dipendono principalmente dalle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati dai pali.

In terreni granulari l'aderenza unitaria laterale è stata calcolata seguendo la teoria di Burland (1973) in cui si è ipotizzato che il contributo della coesione drenata sia nullo a causa del rimaneggiamento del terreno lungo il fusto dei pali: tale teoria è schematizzata dalla seguente relazione per ciascuno strato i-esimo.

$$\tau = k \cdot \sigma'_v \cdot \tan(\delta) \leq \tau_{limite}$$

dove:

k	Coefficiente di spinta orizzontale del terreno sul palo, pari a 0.6	[-]
$\delta$	Angolo di attrito palo/terreno assunto pari all'angolo di attrito del terreno	[°]
$\sigma'_v$	Sforzo verticale efficace lungo il fusto del palo	[kPa]
$\tau_{limite}$	Aderenza unitaria limite	[kPa]

La capacità portante unitaria alla base in condizioni drenate per terreni granulari è stata calcolata secondo la teoria di Hansen (1970) i cui fattori di capacità portante sono stati corretti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

con la profondità per evitare un aumento illimitato della portanza. Le seguenti espressioni utilizzate nel calcolo si basano sulla suddetta teoria:

$$q_{limbase} = \sigma'_v \cdot N_q \cdot d_q \leq q_{b-max}$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan(\varphi)} \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot k$$

$$k = \arctan\left(\frac{L}{a}\right)$$

dove:

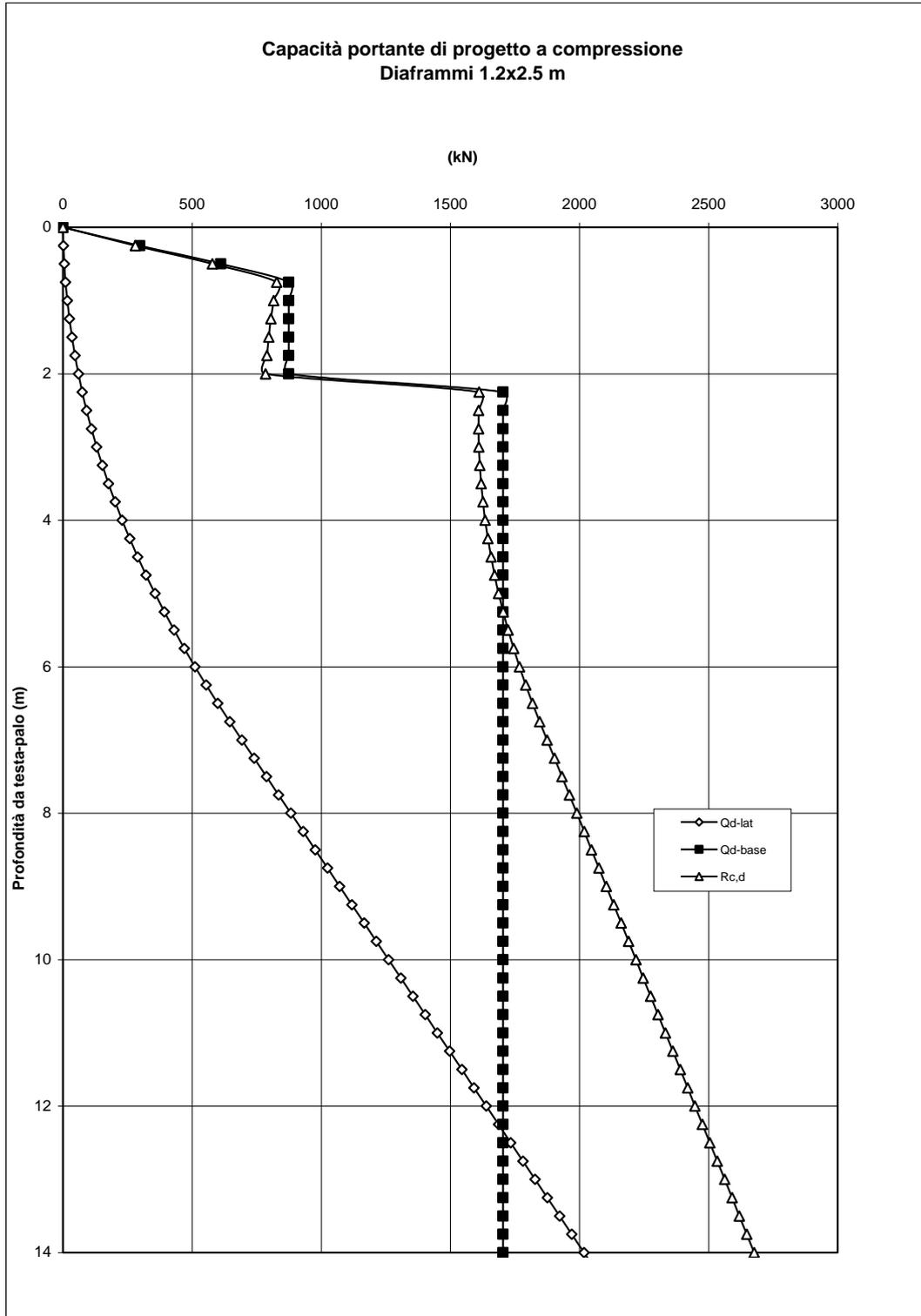
$\varphi$	Angolo di attrito del terreno	[°]
$N_q$	Fattore di capacità portante	[-]
$\sigma'_v$	Sforzo verticale efficace alla quota di base del diaframma	[kPa]
$d_q$	Fattore di profondità variabile con la lunghezza del diaframma	[-]
$q_{b-max}$	portanza di base limite	[kPa]
$L, a$	Lunghezza e dimensione massima del diaframma	[m]

I valori di  $q_{b-max}$  e  $\tau_{limite}$  adottati nel dimensionamento sono stati riportati in funzione delle risultanze delle prove in sito nelle stratigrafie precedenti.

In accordo alla normativa vigente (T.U. 2008), per ciascun caso sono state calcolate le capacità portanti  $(R_{c,cal})_{med}$  e  $(R_{c,cal})_{min}$  in cui sono stati applicati, rispettivamente, i valori medi e minimi di ciascun parametro geotecnico e a cui sono stati già applicati i fattori parziali  $\gamma_R$ . Le capacità portanti sono state successivamente ridotte in ragione dei fattori di correlazione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  della tabella 6.4.IV della citata normativa. Il valore di progetto della capacità portante  $(R_{c,d})$  è dato dal minore dei valori ottenuti applicando i fattori di correlazione  $\xi$  secondo la seguente espressione.

$$R_{c,d} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{med}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

I valori dei fattori di correlazione  $\xi_3$  e  $\xi_4$ , assunti rispettivamente pari a 1,50 e 1,34, tengono conto della conoscenza geologica del sito e delle prove geognostiche realizzate in prossimità dell'opera. La capacità portante ultima del diaframma, valutata secondo la procedura appena descritta, viene riportata nel grafico seguente.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Si assume una lunghezza dei diaframmi di 8 m, avente una capacità portante di progetto di circa 1990 kN, superiore rispetto ai massimi scarichi ottenuti in testa-diaframma.

Nella seguente tabella vengono confrontate la resistenza di progetto  $R_{c,d}$  con la sollecitazioni di progetto  $N_{Ed}$  in tutte le combinazioni più critiche:

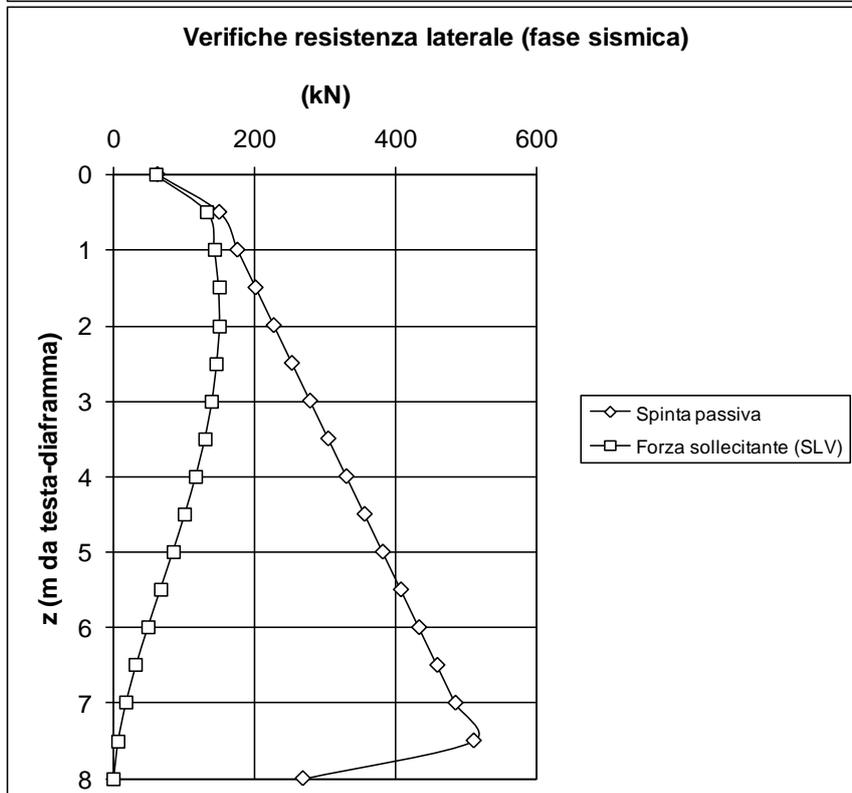
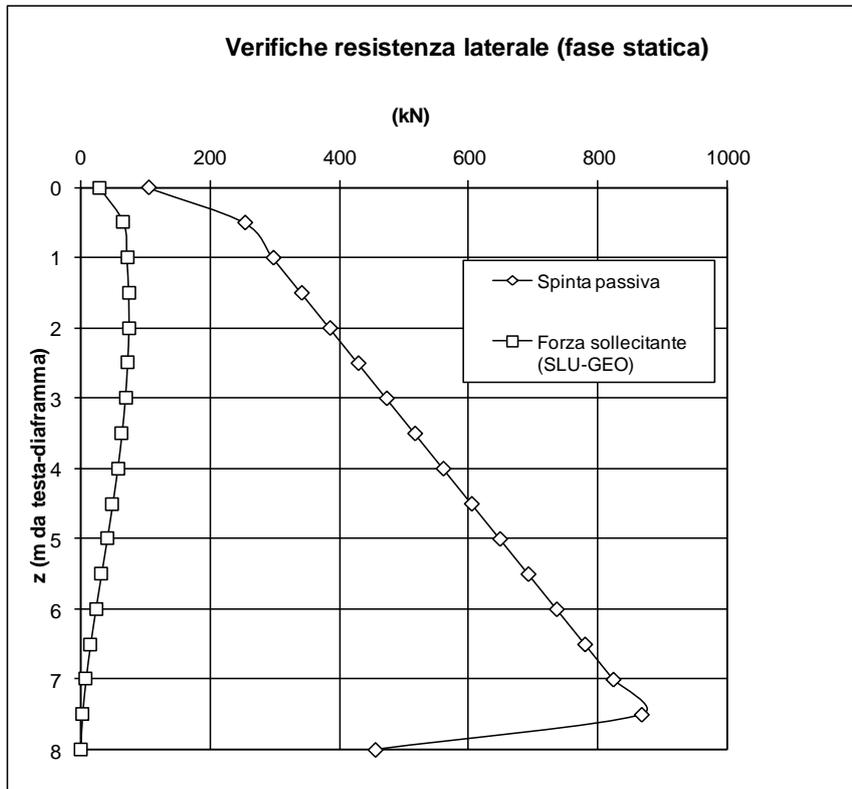
	$N_{Ed,c}$	Interasse diaframmi	$N_{Ed,c}$ (tot)	$L_{\text{diaframma}}$	$R_{c,d}$ [kN]	$N_{Ed,c} < R_{c,d}$
Combinazioni	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	Parametri minimi	verifica
GEO	428	3.6	1539	8	1990	Ok
SLV	482	3.6	1734	8	1990	Ok

Azione assiale in testa-diaframma H=6 m

Di seguito si riportano i grafici di confronto tra la spinta passiva mobilitata dalle combinazioni più critiche, statiche e sismiche, rispetto alla spinta passiva totale disponibile. Nel calcolo della spinta passiva totale sono state adottate le seguenti ipotesi:

- Terreno con angolo di attrito caratteristico pari a  $38^\circ$  e peso di volume di  $18-19 \text{ kN/m}^3$
- Reazione del terreno mobilitata secondo una geometria tridimensionale alla stregua dei pali di fondazione circolari
- Cautelativamente, non è stata tenuta in considerazione la forza di attrito laterale agente sulla superficie dei diaframmi

Dai grafici riportati si ottiene che la spinta passiva mobilitata non risulta in nessun caso superiore a quella massima possibile.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10.2 Verifiche strutturali

### 10.2.1 Muri di sottoscarpa su diaframma H=6m

#### 10.2.1.1 Calcolo delle massime sollecitazioni nel diaframma

Il calcolo delle sollecitazioni interne è stato svolto utilizzando il codice di calcolo SAP 2000 versione 14.0.0.

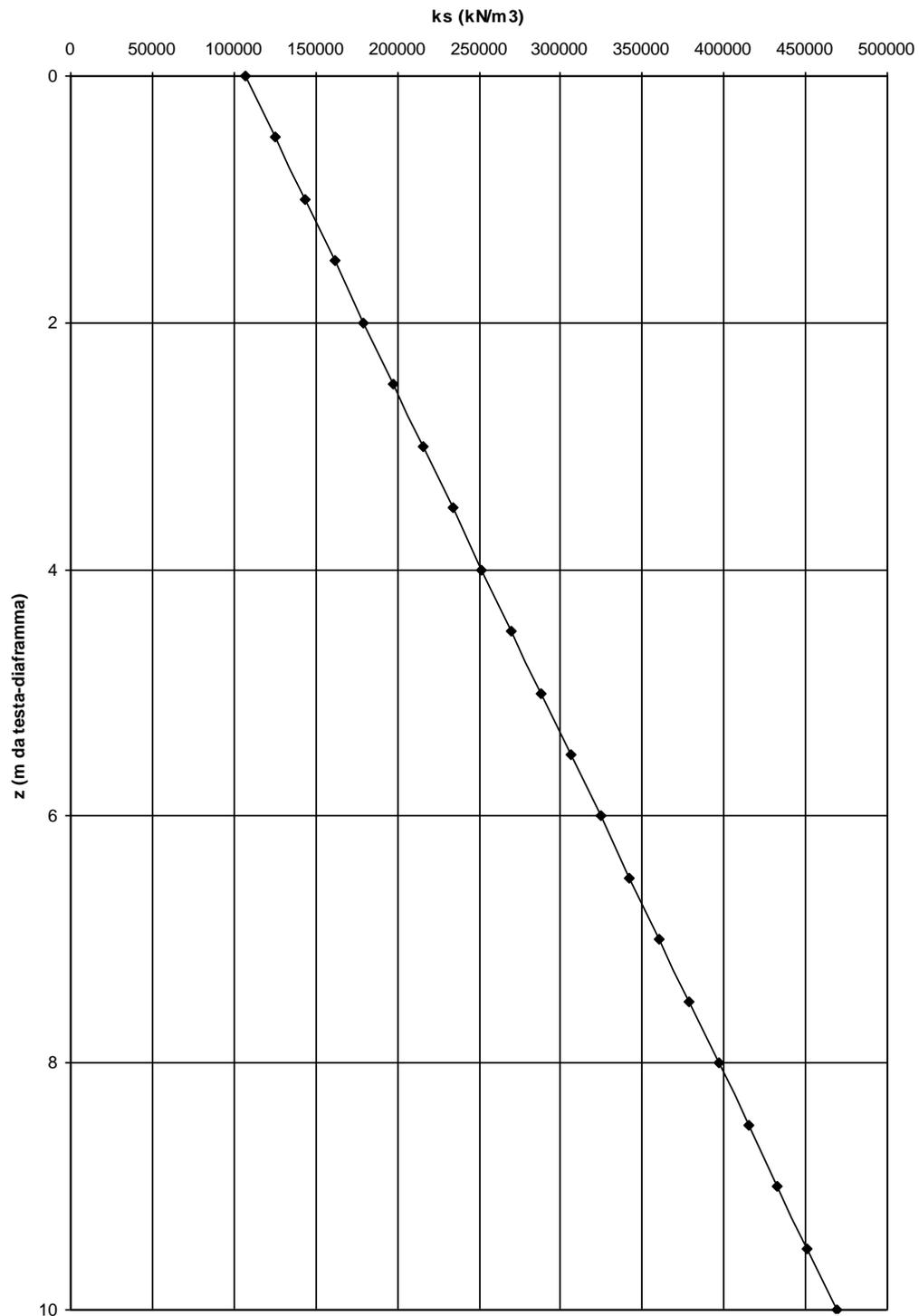
Si definisce un modello della struttura (diaframma) mediante elementi finiti piani di tipo trave (beam), avente sezione costante (rettangolare piena, 250cm x 120 cm).

Per simulare l'interazione terreno – struttura, nei nodi degli elementi beam sono state considerate delle molle a comportamento elastico (reagenti anche a trazione, dato che il palo è immerso nel terreno), aventi rigidità proporzionale al modulo di reazione orizzontale  $k_h$  (valutato alla quota del nodo) e all'area di competenza (pari al prodotto tra il passo di discretizzazione e la larghezza del diaframma).

Sulla struttura agiscono nel nodo di sommità i carichi concentrati pari alla forza H e al momento M. Il modulo di reazione orizzontale ( $k_h$ ) del terreno lateralmente al diaframma è stato valutato secondo diverse relazioni citate in letteratura [J.E. BOWLES: “Fondazioni progetto e analisi”; G. RICCERI: “Elementi di tecnica delle fondazioni”], in funzione del tipo di terreno riscontrato dal pannello e della dimensione dello stesso.

In considerazione dei terreni presenti, il modulo di reazione orizzontale ( $k_h$ ) del terreno, in corrispondenza della dimensione minima, è stato determinato considerando una variabilità con la profondità secondo il grafico seguente.

**Valori delle molle (da Bowles, 1988)**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

La tabella seguente riporta le caratteristiche strutturali dell'elemento diaframma inserite nei dati di input del programma.

Lunghezza (m)	Dimensioni (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Momento di inerzia (m <sup>4</sup> )	R <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Modulo elastico (N/mm <sup>2</sup> )
8	1.2 x 2.5	3.00	1.5625	30	31475

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle azioni trasmesse dalla fondazione al diaframma nelle diverse combinazioni di carico considerando un interrasso fra i diaframmi di 3,6m.

Combinazioni	azioni sui singoli diaframmi con interrasse di 3,6m		
	N(kN)	V(kN)	M(kNm)
GEO-F1	1539	1213	3325
GEO_SISM↓	1482	2369	5464
GEO_SISM↑	1736	2453	5499
STR F1	1539	1252	3698
STR F2	1539	1252	3698
SLE_FR / SLE_QP	1541	961	2592
SLE_SISM↓	1562	1145	2128
SLE_SISM↑	1656	1069	2092

L'analisi SLU, nella combinazione di carico peggiore, è stata utilizzata per il dimensionamento strutturale, mentre l'analisi agli SLE fornisce i valori di spostamento massimo in testa al diaframma.

L'immagine seguente rappresenta l'andamento degli spostamenti del diaframma nella combinazione SLE-SLD. Il valore dello spostamento massimo in testa-diaframmi risulta pari a circa 1 mm, valore considerato accettabile per il tipo di opera in esame.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

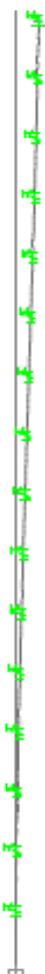


Grafico spostamenti SLE-SLD

### 10.2.1.2 Verifiche di resistenza dei diaframmi

Dall'esame dei risultati del precedente paragrafo si ricavano le massime sollecitazioni sofferte dall'elemento strutturale e utilizzate nelle verifiche di resistenza.

Combinazioni	azioni sui singoli diaframmi con interrasse di 2,4m		
	N (kN)	V <sub>max</sub> (kN)	M <sub>max</sub> (kNm)
GEO-F1	1535	1184	6555
GEO_SISM↓	1478	2312	11867
GEO_SISM↑	1732	2394	12144

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

STR F1	1535	1221	7008
STR F2	1535	1221	7008
SLE_FR / SLE_QP	1537	938	5155
SLE_SISM↓	1558	1118	5270
SLE_SISM↑	1652	1044	5016

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

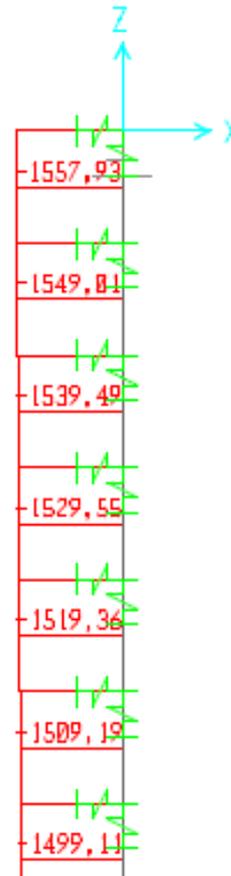
		Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro
<b>Intradosso (fibre tese)</b>	<b>Strato 1</b>	11φ26	Staffe a 4 bracci φ12/20	7 cm di copriferro netto rispetto al primo strato e interasse verticale di 10 cm fra gli strati
	<b>Strato 2</b>	2φ26		
	<b>Strato 3</b>	2φ26		
	<b>Strato 4</b>	2φ26		
	<b>Strato 5</b>	2φ26		
	<b>Strato 6</b>	2φ26		
	<b>Strato 7</b>	2φ26		
<b>Estradosso</b>	<b>Strato 1</b>	11φ26		7 cm di copriferro netto rispetto al primo strato e interasse verticale di 10 cm fra gli strati
	<b>Strato 2</b>	2φ26		
	<b>Strato 3</b>	2φ26		
	<b>Strato 4</b>	2φ26		
	<b>Strato 5</b>	2φ26		
	<b>Strato 6</b>	2φ26		
	<b>Strato 7</b>	2φ26		

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione SLE\_SISM↓. N e M sono rispettivamente le azioni assiali e i momenti flettenti di progetto e sono rappresentati nei grafici seguenti



Momento flettente SLE\_SISM↓



Azione assiale SLE\_SISM↓

La tabella seguente riassume le sollecitazioni massime ottenute e i risultati delle verifiche a pressoflessione agli SLE.

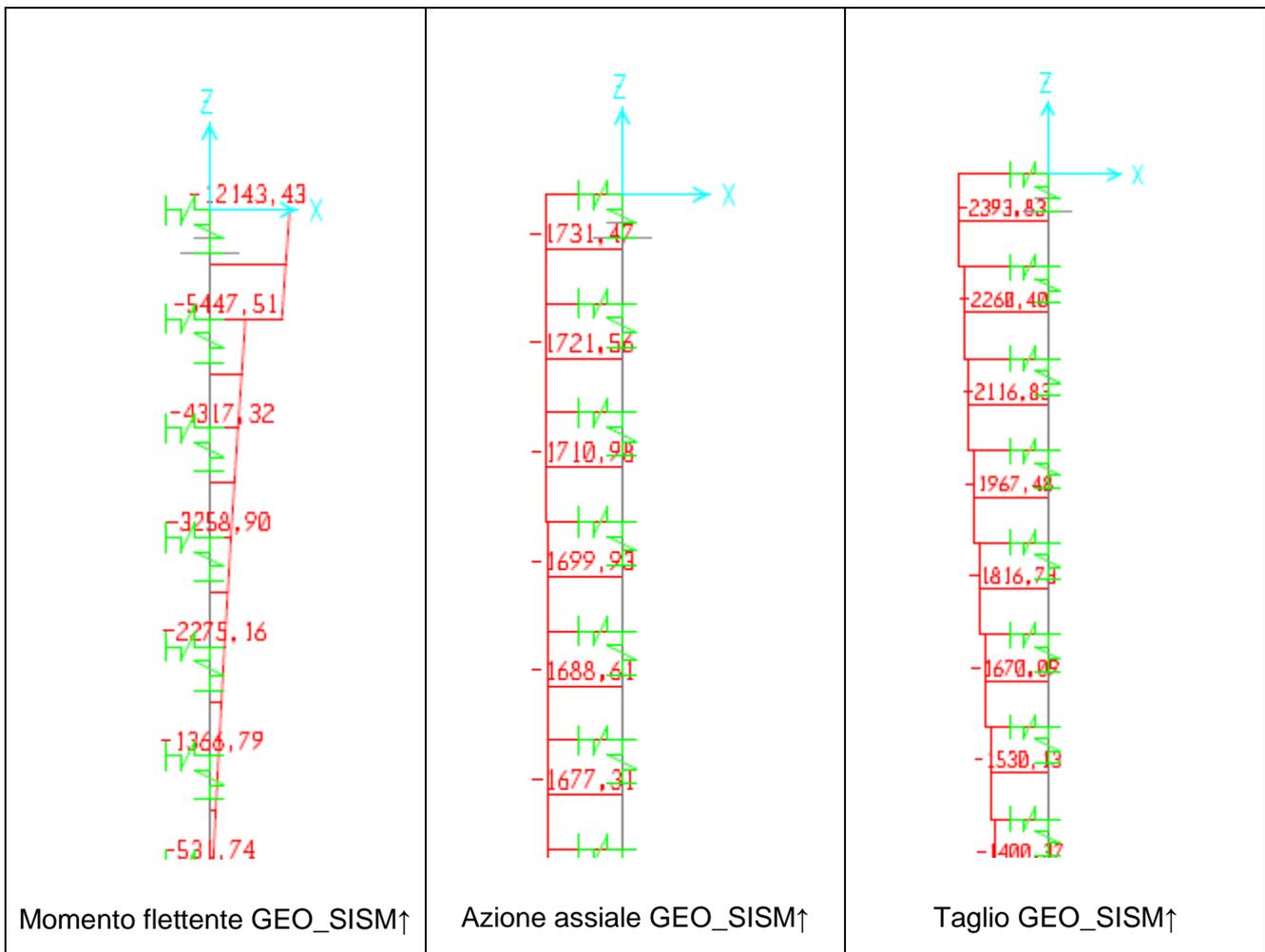
N [kN/m]	M[kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	x [cm]
1558	5270	-5,63	-	169,9	80,2

I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0501_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011	

Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

$N_{Ed}$  e  $M_{Ed}$  sono rispettivamente le azioni assiali e i momenti flettenti di progetto nelle sezioni maggiormente sollecitate determinati con la combinazione più gravosa GEO\_SISM $\uparrow$ . I grafici seguenti mostrano l'andamento delle sollecitazioni nel diaframma.



Di seguito si riportano i valori delle sollecitazioni di progetto e i fattori di sicurezza raggiunti durante le verifiche.

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kN/m]		
1732	12144	13439	1,1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I risultati presentano un fattore di sicurezza soddisfacente. Il grafico seguente rappresenta il dominio di resistenza dell'elevazione.

#### Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si esegue dapprima la verifica degli *elementi senza armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto nel D.M. 14.01.2008 al punto 4.1.2.1.3.1.

Indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica controllando che risulti:

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

dove:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad \text{con } d \text{ altezza utile della sezione espressa in mm}$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_\ell = \frac{A_{s\ell}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \text{con } b_w \text{ larghezza minima della sezione espressa in mm}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{tensione media di compressione nella sezione}$$

Nel caso in cui la verifica non venga soddisfatta si ricorre ad *elementi provvisti di armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto al punto 4.1.2.1.3.2 del già citato D.M..

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

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

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

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$\vartheta$	inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento con la limitazione $1.0 \leq ctg \vartheta \leq 2.5$
$\alpha$	inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive
$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativi pari a:
	1 per membrature non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \times f_{cd}$
	1.25 per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \times f_{cd}$
	$2.5 \times (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$ per $0.5 \times f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

Si riportano quindi le verifiche a taglio secondo la procedura appena indicata.

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

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	24,90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	14,11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>2394,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>1732,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>12144,00</b>	kNm

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

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>2234</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1200</b>	mm

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

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>26</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>23</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	12213	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0046	--

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,30	--
--	-----	---	------	----

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0501_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011	

Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls  
 Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )  
 Resistenza ultima a taglio minima  
**Resistenza ultima a taglio ( $V_{Rd} \geq V_{Rd,min}$ )**

$V_{min}$	=	0,26	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	=	0,65	N/mm <sup>2</sup>
$V_{Rd,min}$	=	953,25	kN
$V_{Rd}$	=	<b>1198,99</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA NON SODDISFATTA:**

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

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

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento  
 Diametro ferri a taglio  
 Numero dei bracci in sezione trasversale  
 Passo in direzione asse elemento  
 Area totale di armatura a taglio

$\alpha$	=	<b>45</b>	°
$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
$n_{sw}$	=	<b>4</b>	--
$s$	=	<b>200</b>	mm
$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls  
 Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima  
 Coefficiente maggiorativo per membrane compresse

$\theta$	=	45	°
$f'_{cd}$	=	7,06	N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_c$	=	1,05	--

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura  
 Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls  
**Resistenza ultima a taglio**

$V_{Rsd}$	=	2515,02	kN
$V_{Rcd}$	=	17804,19	kN
$V_{Rd}$	=	<b>2515,02</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA.**

**10.2.1.3 Verifiche di resistenza dell'elevazione**

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le sollecitazioni più gravose utilizzate per le verifiche sezionali dell'elevazione.

Azioni a base risega	STR		GEO		$b_{oriz}$ [m]	$b_{vert}$ [m]
	N [kN/m]	V [kN/m]	N [kN/m]	V [kN/m]		
Peso proprio elevazione	90,00		90,00		0,00	
Spinte del terreno da rilevato a monte	59,20	125,06	61,56	157,60	-0,30	2,00
Spinte del terreno dovute a sovraccarichi permanenti	39,47	83,37	41,04	105,06	-0,30	3,00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011		

Spinte del terreno dovute a sovraccarichi accidentali	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,30	3,00
Azioni concentrate in testa muro		0,00		0,00		0,00
Increment. sismico peso proprio elevazione (SLD)	2,53	5,06	2,53	5,06	0,00	3,00
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↓ (SLD)	65,33	137,99	110,52	282,92	-0,30	2,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↓ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,30	3,00
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↑ (SLD)	66,23	139,91	111,09	284,37	-0,30	2,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↑ (SLD)	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,30	3,00
Increment. sismico peso proprio elevazione (SLV)	7,11	14,22	7,11	14,22	0,00	3,00
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↓ (SLV)			127,79	327,14	-0,30	2,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↓ (SLV)			0,00	0,00	-0,30	3,00
Spinte sismiche terreno da rilevato a monte ↑ (SLV)			132,88	340,16	-0,30	2,00
Spinte sismiche terreno dovute a sovracc. perm. ↑ (SLV)			0,00	0,00	-0,30	3,00

	N [kN/m]	V [kN/m]	M [kNm/m]
<b>GEO-F1</b>	90	263	600
<b>GEO-F2</b>	90	263	600
<b>GEO_ECC</b>	90	263	600
<b>GEO_SISM ↓</b>	83	341	683
<b>GEO_SISM ↑</b>	97	354	683
<b>STR_F1</b>	90	271	612
<b>STR_F2</b>	90	271	612
<b>SLE_QP</b>	90	208	471
<b>SLE_FR</b>	90	208	471
<b>SLE_CAR</b>	90	208	471
<b>SLE_SISM ↓</b>	87	143	272
<b>SLE_SISM ↑</b>	93	145	275

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro netto
---------------------------	-------------------------	---------------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0501_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011	

Armatura intradosso (fibre tese)	$\phi 26/15$	$\phi 12$ 2 bracci / 20	5 cm
Armatura estradosso (fibre compresse)	$\phi 16/20$		

### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione SLE\_FR. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	x [cm]
90	471	-4.81	-55.78	164.08	25.56

Anche se la verifica risulta soddisfatta, i valori tensionali sono alti al punto da suggerire una verifica a fessurazione.

Di seguito si riportano le tabelle relative alle verifiche a fessurazione per le combinazioni SLE\_QP e SLE\_FR.

#### Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Durata del carico		lunga
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	255.60
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	164.08
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	157.5
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	157500
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.02247
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.44
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000506
		0.000506

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	26.00
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5
	$k_3$	3.4
	$k_4$	0.425
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	366.67
		366.67
Ampiezza delle fessure	<b><math>w_k</math></b>	<b>0.1856</b>
Ampiezza massima delle fessure	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0.2</b>

#### Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Durata del carico		lunga
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	255.60
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	164.08
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	157.5
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	157500
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.02247
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.44
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000506
		0.000506
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	26.00
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5
	$k_3$	3.4
	$k_4$	0.425
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	366.67
		366.67
Ampiezza delle fessure	<b><math>w_k</math></b>	<b>0.1856</b>
Ampiezza massima delle fessure	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0.2</b>

Le verifiche a fessurazione risultano soddisfatte ai sensi delle NTC 2008.

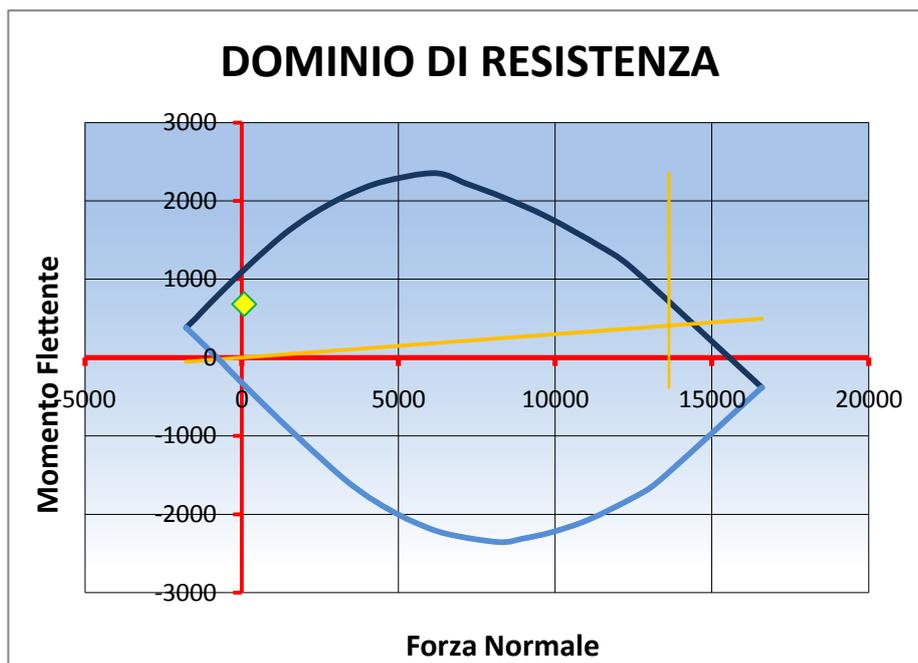
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <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						

Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

La condizione più gravosa si ottiene con la combinazione GEO\_SISM↓. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kNm/m]		
83	683	1123	1,64

I risultati presentano un fattore di sicurezza soddisfacente. Il grafico seguente rappresenta il dominio di resistenza dell'elevazione.



Dominio di resistenza dell'elevazione

Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

**Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls

$$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>354,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>97,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>683,00</b>	kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>837</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>26</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>7</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	3540	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0042	--

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,49	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,34	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,12	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	301,38	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>359,61</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**

*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

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

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	<b>45</b>	°
Diametro ferri a taglio	$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	<b>2</b>	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	<b>200</b>	mm
Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	226	mm <sup>2</sup>

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls	$\theta$	=	45	°
---	----------	---	----	---

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima  
 Coefficiente maggiorativo per membrature compresse

$$f'_{cd} = 8,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_c = 1,01 \text{ --}$$

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura  
 Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls

$$V_{Rsd} = 471,06 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 6243,94 \text{ kN}$$

**Resistenza ultima a taglio**  
**VERIFICA SODDISFATTA.**

$$V_{Rd} = 471,06 \text{ kN}$$

#### 10.2.1.4 Verifiche di resistenza della ciabatta di fondazione

##### VERIFICHE TRASVERALI

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le sollecitazioni più gravose utilizzate per le verifiche sezionali rispettivamente della mensola anteriore e della mensola posteriore. Entrambe le mensole sono considerate snelle.

Azioni mensola anteriore	AZIONI PER VERIFICHE	
	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	310	344
GEO-F2	310	344
GEO_ECC	310	344
GEO_SISM ↓	590	813
GEO_SISM ↑	632	792
STR_F1	310	340
STR_F2	310	340
Combinazione di carico SLE_QP	248	265
Combinazione di carico SLE_FR	248	265
Combinazione di carico SLE_CAR	248	265
Combinazione di carico SLE_SISM ↓	253	271
Combinazione di carico SLE_SISM ↑	372	422

Azioni mensola posteriore	AZIONI PER VERIFICHE	
	V [kN/m]	M [kNm/m]
GEO-F1	-146	-161
GEO-F2	-146	-161

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

<b>GEO_ECC</b>	-146	-161
<b>GEO_SISM ↓</b>	-465	-388
<b>GEO_SISM ↑</b>	-308	-290
<b>STR_F1</b>	-118	-131
<b>STR_F2</b>	-118	-131
<b>Combinazione di carico SLE_QP</b>	-90	-95
<b>Combinazione di carico SLE_FR</b>	-90	-95
<b>Combinazione di carico SLE_CAR</b>	-90	-95
<b>Combinazione di carico SLE_SISM ↓</b>	-116	-127
<b>Combinazione di carico SLE_SISM ↑</b>	-194	-219

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

	<b>Lato</b>	<b>Armatura principale</b>	<b>Armatura trasversale</b>	<b>Copriferro netto (cm)</b>
<b>Mensola Anteriore</b>	estradosso	Ø26/20	φ12 4 bracci	5
	intradosso	Ø26/20	/ 20	5
<b>Mensola Posteriore</b>	estradosso	Ø26/20	φ12 4 bracci	5
	intradosso	Ø26/20	/ 20	5
<b>Zoccolo centrale</b>	estradosso	Ø26/20	φ12 4 bracci	5
	intradosso	Ø26/20	/ 20	5

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con la combinazione SLE\_SISM↑. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

	<b>M</b> [kNm/m]	<b>σ<sub>c</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>σ'<sub>s</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>σ<sub>s</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>x [cm]</b>
<b>Mensola anteriore</b>	422	-3,61	-38,14	183,24	21,36

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

<b>Mensola posteriore</b>	-219	-1,87	-19,80	95,10	21,36
---------------------------	------	-------	--------	-------	-------

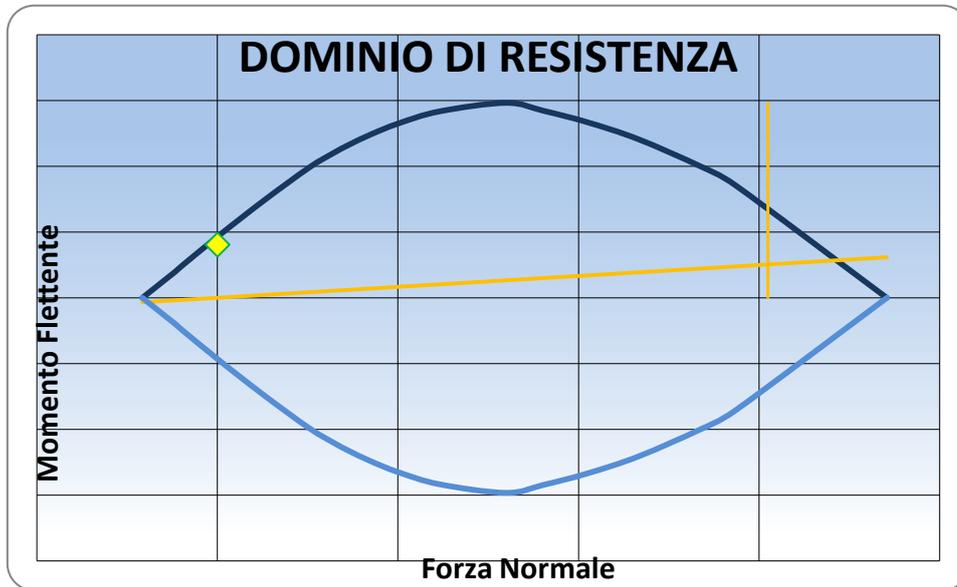
I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

#### Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

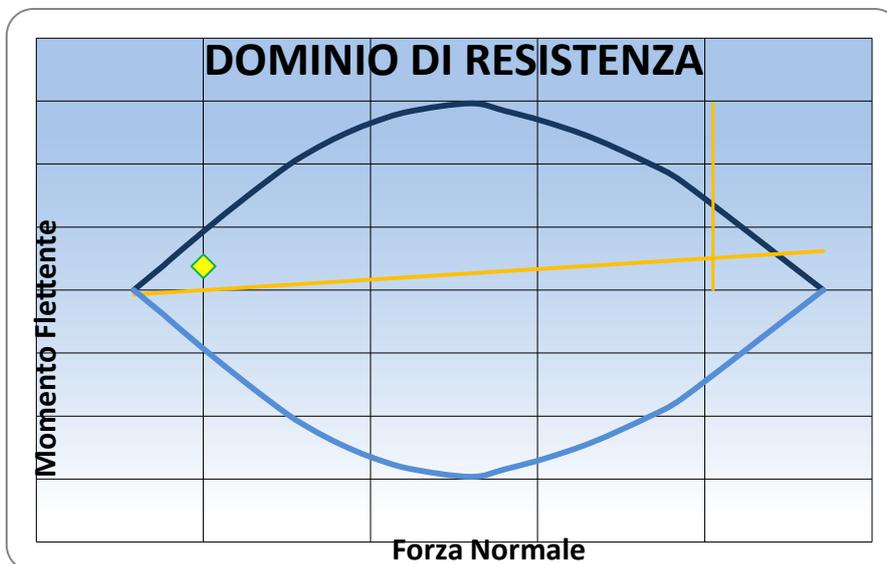
Le condizioni più gravose si ottengono con le combinazioni GEO SISM $\downarrow$ . I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

	<b>Momento sollecitante [kNm/m]</b>	<b>Momento resistente [kNm/m]</b>	<b>Fattore di sicurezza MRd/Med</b>
<b>Mensola anteriore</b>	813	928	1,14
<b>Mensola posteriore</b>	-388	-928	2,39

I risultati presentano fattori di sicurezza soddisfacenti. I grafici seguenti rappresentano i domini di resistenza delle mensole.



Dominio di resistenza mensola anteriore



Dominio di resistenza mensola posteriore

Verifiche agli stati limite ultimi per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0501_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

### Mensola anteriore

#### Caratteristiche dei materiali:

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>632,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>792</b>	kNm

#### Caratteristiche geometriche della sezione:

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>939</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

#### Armatura della sezione in zona tesa:

Diametro ferri longitudinali	$\emptyset$	=	<b>26</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{st}$	=	2655	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0028	--

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,46	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	312,98	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>332,27</b>	<b>kN</b>

#### VERIFICA NON SODDISFATTA:

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

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

#### Armatura aggiuntiva resistente a taglio:

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	<b>45</b>	°
Diametro ferri a taglio	$\emptyset_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	<b>4</b>	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	<b>200</b>	mm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>
<b>Fattori di resistenza a compressione:</b>				
Angolo di inclinazione dei puntoni di cls	$\theta$	=	45	°
Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima	$f'_{cd}$	=	8,23	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo per membrature compresse	$\alpha_c$	=	1,00	--
Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura	$V_{Rsd}$	=	1056,93	kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls	$V_{Rcd}$	=	6955,88	kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>	$V_{Rd}$	=	<b>1056,93</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA.**

*Mensola posteriore*

**Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>465,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>388,00</b>	kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>939</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>1000</b>	mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\emptyset$	=	<b>26</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	2655	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0028	--

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,46	--
--	-----	---	------	----

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls  
 Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )  
 Resistenza ultima a taglio minima  
**Resistenza ultima a taglio ( $V_{Rd} \geq V_{Rd,min}$ )**

$V_{min}$	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
$V_{Rd,min}$	=	312,98	kN
$V_{Rd}$	=	<b>332,27</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA NON SODDISFATTA:**

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

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

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento  
 Diametro ferri a taglio  
 Numero dei bracci in sezione trasversale  
 Passo in direzione asse elemento  
 Area totale di armatura a taglio

$\alpha$	=	<b>45</b>	°
$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
$n_{sw}$	=	<b>4</b>	--
$s$	=	<b>200</b>	mm
$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls  
 Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima  
 Coefficiente maggiorativo per membrane compresse

$\theta$	=	45	°
$f'_{cd}$	=	8,23	N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_c$	=	1,00	--

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura  
 Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls  
**Resistenza ultima a taglio**

$V_{Rsd}$	=	1056,93	kN
$V_{Rcd}$	=	6955,88	kN
$V_{Rd}$	=	<b>1056,93</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA.**

VERIFICHE LONGITUDINALI

Le verifiche in direzione longitudinale sono state effettuate considerando lo schema statico di una trave appoggiata alle sue estremità. La trave rappresenta la ciabatta di fondazione mentre gli appoggi schematizzano i diaframmi.

Il momento massimo e la forza di taglio sono stati valutati con le seguenti espressioni:

$$M_{max} = Pl^2/8 \quad [\text{kNm}]$$

$$V_{max} = Pl/2 \quad [\text{kN}]$$

dove

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$M_{max}$  = momento sollecitante massimo

$V_{max}$  = taglio massimo

P = Azione verticale applicata sul concio di base della fondazione [kN/m]

l = Interasse diaframmi pari a 3,6m

Le sollecitazioni verticali sul concio di base della fondazione utilizzate per le verifiche sono contenute nella tabella seguente.

Combinazioni	P [kN/m]
GEO-F1	428
GEO-F2	428
GEO_ECC	428
GEO_SISM ↓	412
GEO_SISM ↑	482
STR_F1	428
STR_F2	428
SLE_QP	428
SLE_FR	428
SLE_CAR	428
SLE_SISM ↓	434
SLE_SISM ↑	460

Dalle azioni maggiori si calcolano le sollecitazioni a taglio e a flessione della fondazione.

Sollecitazioni	Verifiche agli SLE	Verifiche agli SLU
	SLE_SISM↑	GOE_SISM↑
$M_{max}$ [kNm]	746	781
$V_{max}$ [kN]	-	867

Alla luce delle sollecitazioni massime, si prevede la seguente armatura:

Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Copriferro netto
---------------------------	-------------------------	---------------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Armatura intradosso (fibre tese)	$\phi 16/20$	-	5 cm
Armatura estradosso (fibre compresse)	$\phi 12/20$		

#### Verifiche agli stati limite di esercizio per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con la combinazione SLE\_SISM $\uparrow$ . I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	x [cm]
-	746	-2,34	-21,86	188,76	14,80

I valori tensionali sono tutti inferiori ai massimi di normativa; la tensione nell'acciaio è sufficientemente ridotta, in rapporto al diametro delle barre, da garantire un adeguato contenimento della fessurazione nel calcestruzzo teso secondo le indicazioni dell'ultimo capoverso del par. 4.1.2.2.4.6 delle NTC.

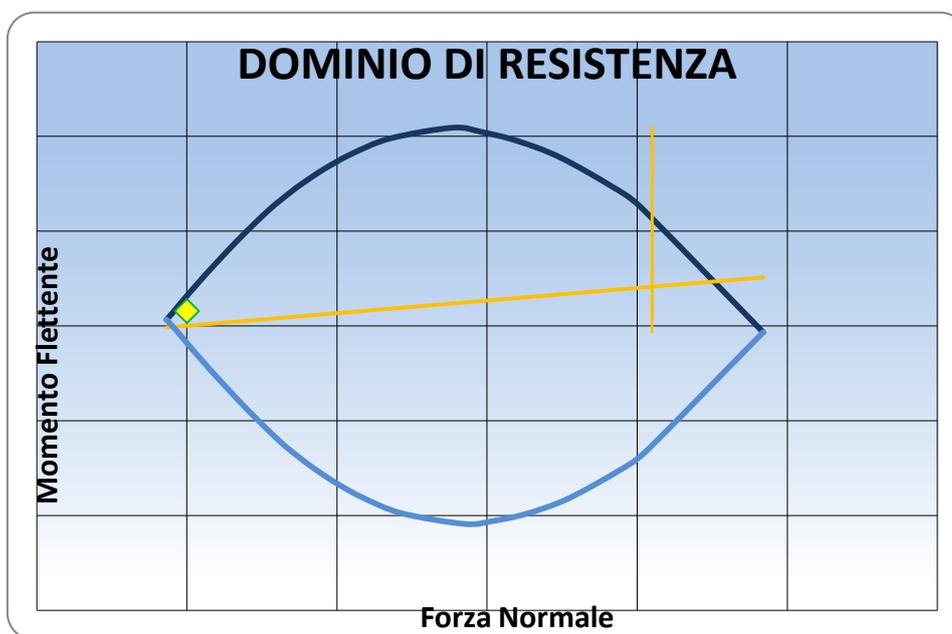
#### Verifiche agli stati limite ultimi per flessione

Le condizioni più gravose si ottengono con le combinazioni GEO SISM $\uparrow$  per la mensola anteriore e GEO\_SISM $\downarrow$  per la mensola posteriore. I risultati delle verifiche sono contenuti nella tabella seguente.

Sollecitazioni		Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza MRd/Med
Ned [kN/m]	Med [kNm/m]		
-	781	1575	2,02

I risultati presentano fattori di sicurezza soddisfacenti. I grafici seguenti rappresentano i domini di resistenza delle mensole.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



### Verifiche agli stati limite per taglio

Si riportano le verifiche a taglio secondo quanto riportato in D.M. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

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

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	<b>35</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	29,05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	16,46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	<b>868,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	<b>781,00</b>	kNm

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

Altezza utile della sezione	$d$	=	<b>942</b>	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	<b>4500</b>	mm

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

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	<b>16</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	<b>5</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sI}$	=	1005	mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )      |       $\rho_l$       =      0,0002    --

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )		<b>k</b>	=	1,46	--
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls		<b>v<sub>min</sub></b>	=	0,33	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )		<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima		<b>V<sub>Rd,min</sub></b>	=	1411,82	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>		<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>1411,82</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**  
*non occorre armatura trasversale resistente a taglio.*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 ANALISI MURO DI SOSTEGNO GETTATO IN OPERA

### 11.1 Caratteristiche generali dell'opera

Il muro in analisi ha sviluppo di circa 65,51m e ha altezza dell'elevazione variabile tra 9,30m e 13,0m. Dato che per quasi tutto lo sviluppo del muro l'altezza media è pari a 12,75m, per il dimensionamento si fa riferimento alla seguente geometria:

- altezza di spinta  $H_{spinta}=12,75m$ .
- lunghezza ciabatta di fondazione del muro  $L_F = 10m$
- spessore della fondazione  $S_F=2,00m$

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

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

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

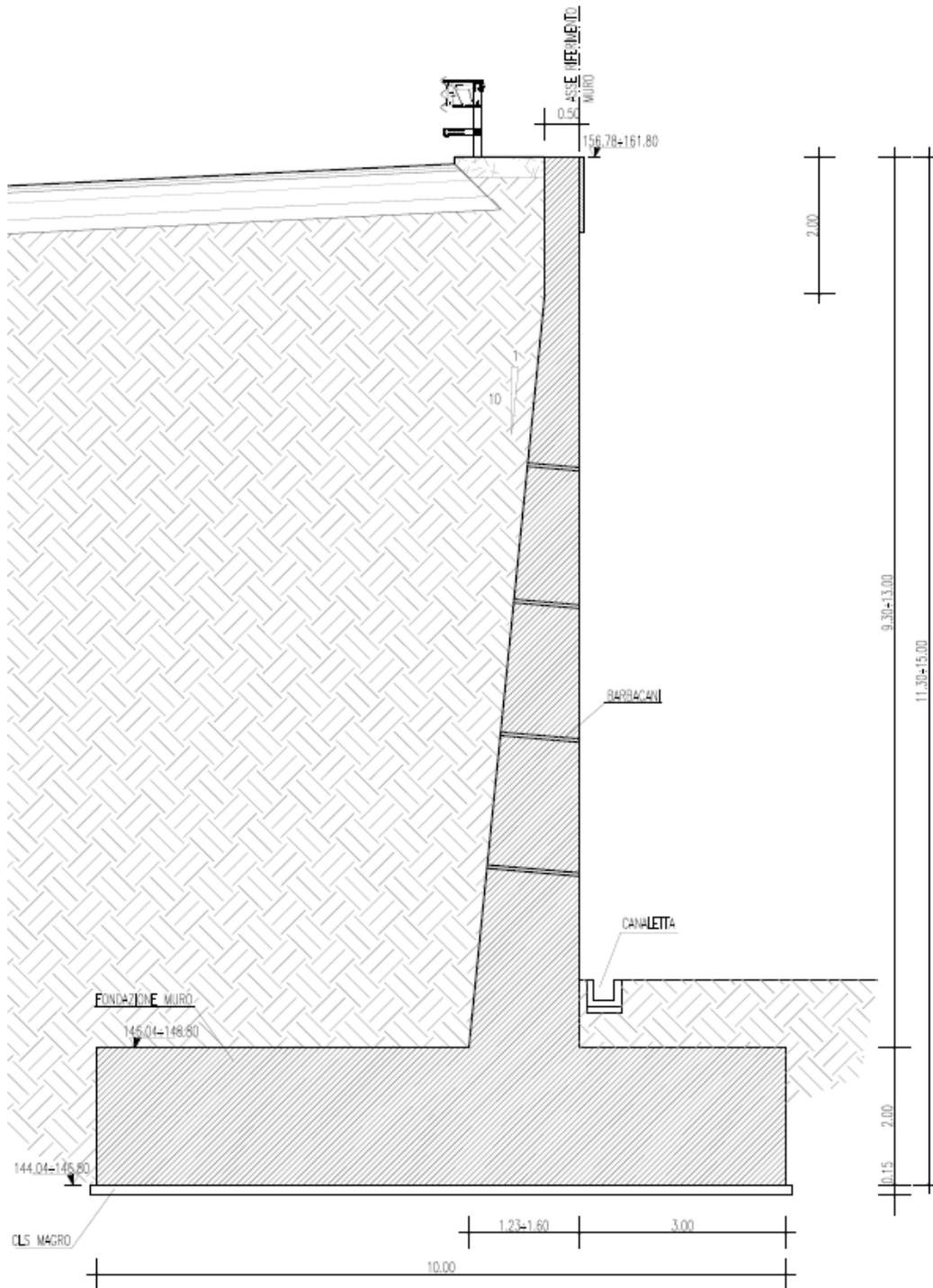


Figura 3: Sezione tipo muro

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.2 Analisi dei carichi

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

### 11.2.1 Peso proprio

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

Il muri oggetto di verifica hanno le seguenti geometrie di calcolo:

Lunghezza fondazione [m]	Spessore fondazione [m]	Altezza elevazione [m]	Spessore elevazione [m]	Peso elevazione [kN]	Peso fondazione [kN]
10	2	12,75	0,5 ÷ 1,60	335	500

### 11.2.2 Peso dei terreni

Il peso delle diverse unità geotecniche è riportato nel Capitolo 6.

### 11.2.3 Spinta delle terre

Le spinte del terreno sono valutate in base alle caratteristiche geotecniche dei rilevati riportate nel Capitolo 6. Il valore di spinta sulla struttura è calcolato secondo la seguente espressione:

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

dove:

γ	peso terreno a monte del muro per unità di volume
φ	angolo di attrito interno del terreno a monte del muro
c'	coesione efficace del terreno a monte del muro
K <sub>a</sub>	coefficiente di spinta attiva secondo Rankine (in fase statica) o secondo Mononobe-Okabe (in fase sismica)
H	altezza di spinta

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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

### 11.2.3.1 Coefficienti di spinta in fase statica

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

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

dove:

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

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

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

Tabella 2: Coefficienti di spinta caso statico. ( $i^{(*)}$  = pendenza di terreno a monte del muro).

### 11.2.3.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

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

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

Tabella 3: Coefficienti di spinta caso sismico. ( $i^{(*)}$  = pendenza di terreno a monte del muro).

#### 11.2.4 Sovraccarichi

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

#### 11.2.5 Urto

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

### 11.3 Combinazioni di carico

Si illustrano di seguito le combinazioni di carico utilizzate per le verifiche geotecniche e strutturali del muro di sostegno gettato in opera. Le combinazioni di verifica risultano conformi a quanto

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

riportato nei paragrafi 2.5.3 (“*Sicurezza e prestazioni attese – Combinazione delle azioni*”) e 6.2.3 (“*Progettazione geotecnica – Verifiche della sicurezza e delle prestazioni*”) del D.M. 14/01/2008.

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

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

Tabella 4: coefficienti di combinazione utilizzati nelle analisi (<sup>a</sup> il carico accidentale è stato considerato pari a 20kPa in fase statica e pari a 10kPa in fase sismica).

## 11.4 Verifiche agli stati limite di esercizio

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

- Calcestruzzo compresso:
  - Comb. rara  $\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$  per cls  $R_{ck}$  30  $\rightarrow \sigma_c < 14.94 \text{ N/mm}^2$
  - Comb. quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$  per cls  $R_{ck}$  30  $\rightarrow \sigma_c < 11.21 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio teso:
  - Comb. rara  $\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$  per acciaio B450  $\rightarrow \sigma_s < 360.0 \text{ N/mm}^2$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.5 Verifiche a fessurazione

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

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

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

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

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

Tabella 5: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

Si considerano i seguenti valori limite di apertura delle fessure:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

Tabella 6: Apertura delle fessure considerata nel calcolo.

Il calcolo è condotto attraverso i seguenti passaggi:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 12 VERIFICHE DEI MURI DI SOSTEGNO GETTATI IN OPERA

### 12.1 Verifiche geotecniche

#### 12.1.1 Verifica a ribaltamento

Combinazione	$M_{RIB}$	$M_{STAB}$	$F_{S RIB}$
	[kN · m]	[kN · m]	
	S1	S1	S1
EQU	1104	12905	11,69
GEO-ECC	4117	14338	3,48
GEO-SISMA ↓	6297	13624	2,16
GEO-SISMA ↑	6511	15889	2,44

Tabella 7 Verifica a ribaltamento

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

Combinazione	$T_{SOLL}$	$T_{RES}$	$F_{S\ scorr}$
	[kN/m]	[kN/m]	
	S1	S1	S1
GEO-F1	659	1838	2,79
GEO-F2	659	1958	2,97
GEO-ECC	669	1838	2,75
GEO-SISMA ↓	1138	1739	1,53
GEO-SISMA ↑	1181	2029	1,72
STR-F1	641	1838	2,87
STR-F2	641	1977	3,08

Tabella 8: Verifica a scorrimento sul piano di posa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 12.1.3 Verifica di capacità portante della fondazione

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

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

dove:

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

Per l'espressione dei coefficienti si rimanda a J.E. BOWLES: "Fondazioni progetto e analisi"; G. RICCERI: "Elementi di tecnica delle fondazioni".

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

Combinazione	$\sigma_{soll}$ [kN/m]	$q_{ult}$ [kN/m]	$F_{S\ scorr}$
	S1	S1	S1
GEO-F1	287,77	1414,29	4,91
GEO-F2	293,67	1545,56	5,26
GEO-ECC	297,49	1362,89	4,58
GEO-SISMA ↓	338,05	479,77	1,42
GEO-SISMA ↑	359,63	656,10	1,82
STR-F1	292,45	3461,43	11,84
STR-F2	298,90	3841,90	12,85

Tabella 9: Verifica di capacità portante della fondazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 12.2 Verifiche strutturali

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

Combinazione	$M_{d, ELEV}$	$V_{d, ELEV}$	$M_{d, FOND}$	$V_{d, FOND}$
	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
	S1	S1	S1	S1
GEO-F1	2771	601	2245	754
GEO-F2	2771	601	2231	761
GEO-ECC	3080	611	2453	795
GEO-SISMA ↓	3228	703	3977	1068
GEO-SISMA ↑	3228	733	3607	1146
STR-F1	2717	594	2200	745
STR-F2	2717	594	2184	753
SLE-QP	1644	387	1214	551
SLE-FR	1914	429	1446	597
SLE-CAR	2030	447	1545	616
SLE- SISMA ↓	2036	467	2374	730
SLE- SISMA ↑	2055	472	2929	946

Tabella 10: Sollecitazioni nel muro allo SLE e allo SLU.

### 12.2.1 Verifiche agli S.L.U.

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

### 12.2.2 Verifica a flessione

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 12.2.2.1 Sezione S1– Elevazione

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

#### METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

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

#### Descrizione dell'armatura normale

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

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

#### Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

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

#### Ipotesi di calcolo

Legge costitutiva del calcestruzzo : Parabola Rettangolo  
 Accorciamento ultimo a flessione = 0,3500 %  
 Accorciamento ultimo a compress. = 0,2000 %  
 Legge costitutiva dell'acciaio normale : Bilineare  
 Allungamento ultimo acciaio normale = 0,675 %  
 Coefficiente di sicurezza calcestruzzo :  $\gamma_c = 1,500$   
 Coefficiente di sicurezza acciaio :  $\gamma_s = 1,150$   
 Termine di lunga durata :  $F_1 = 0,850$   
 Rapporto  $R_{cy1}/R_{cubo}$ :  $F_2 = 0,830$   
 Resistenza di progetto calcestruzzo :  $F_1 \cdot F_2 \cdot R_{cubo} / \gamma_c = 0,47R_{cubo}$   
 Resistenza di progetto dell'acciaio :  $F_{sd} = F_{yk} / \gamma_s = 0,87F_{yk}$

#### Resistenze di progetto

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

#### Convenzioni di segno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 3228,0$  (KN.m)  
 Sforzo di Progetto  $N_d = 0,0$  (KN)

Distanza asse neutro da lembo compresso = 24,5 (cm)  
 Momento di Rottura  $M_r = 5035,7$  (KN.m)  
 Sforzo di Rottura  $N_r = -1,8$  (KN)  
 Rottura nel Dominio 2  
 Rapporto  $M_r/M_d = 1,56$

**12.2.2.1 Sezione S1 – Fondazione**

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

**METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA**

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 100,0  
 h2 200,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10  $\Phi 24$  mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
 10  $\Phi 24$  mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
 10  $\Phi 24$  mm posizionati a 187,9 cm da intradosso  
 10  $\Phi 24$  mm posizionati a 193,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 100,0 cm da intrad.

Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

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

Ipotesi di calcolo

Legge costitutiva del calcestruzzo : Parabola Rettangolo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

#### Resistenze di progetto

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

#### Convenzioni di segno

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

#### Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 3977,0$  (KN.m)  
 Sforzo di Progetto  $N_d = 0,0$  (KN)

Distanza asse neutro da lembo compresso = 27,8 (cm)  
 Momento di Rottura  $M_r = 6423,5$  (KN.m)  
 Sforzo di Rottura  $N_r = 2,9$  (KN)  
 Rottura nel Dominio 2

Rapporto  $M_r/M_d = 1,615$

## 12.2.3 Verifica a taglio

### 12.2.3.1 Sezione S1– Elevazione

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

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

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	733,00	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	0,00	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	3228,00	kNm

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

Altezza utile della sezione	$d$	=	1550	mm
-----------------------------	-----	---	------	----

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Larghezza minima della sezione |  $b_w = 1000$  mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

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

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

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

**VERIFICA NON SODDISFATTA:**

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

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

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	90	°
Diametro ferri a taglio	$\varnothing_{sw}$	=	12	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	4	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	250	mm
Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>

**Fattori di resistenza a compressione:**

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

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura	$V_{Rsd}$	=	986,93	kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls	$V_{Rcd}$	=	5533,50	kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>	$V_{Rd}$	=	986,93	kN

**VERIFICA SODDISFATTA.**

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 12.2.3.2 Sezione S1 – Fondazione

#### Caratteristiche dei materiali:

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

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	1146,00	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	0,00	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	3607,00	kNm

#### Caratteristiche geometriche della sezione:

Altezza utile della sezione	$d$	=	1950	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	1000	mm

#### Armatura della sezione in zona tesa:

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	24	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	20	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	9040	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0046	--

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,32	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,28	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	547,86	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	726,06	kN

#### VERIFICA NON SODDISFATTA:

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

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

##### Armatura aggiuntiva resistente a taglio:

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	90	°
Diametro ferri a taglio	$\varnothing_{sw}$	=	12	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	4	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	250	mm
Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**Fattori di resistenza a compressione:**

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

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura	$V_{Rsd}$	=	1241,62 kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls	$V_{Rcd}$	=	6961,50 kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>	$V_{Rd}$	=	1241,62 kN

**VERIFICA SODDISFATTA.**

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

**12.2.4 Verifiche agli S.L.E.**

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

**12.2.4.1 Sezione S1 – Elevazione**

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

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

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

Descrizione dell'armatura normale

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

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

Convenzioni di segno

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

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Condizione di carico 1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Momento = 2055,0 (KN.m)  
 Sforzo normale = 0,0 (KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -4,53 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Trazione massima nell'acciaio = 169,08 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Distanza asse neutro da lembo compresso = 44,1 (cm)

Braccio di leva interno = 138,5 (cm)

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

### 12.2.4.2 Sezione S1 – Fondazione

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

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 100,0  
 h2 200,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø24 mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
 10 ø24 mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
 10 ø24 mm posizionati a 187,9 cm da intradosso  
 10 ø24 mm posizionati a 193,8 cm da intradosso

Area armatura normale = 18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 100,0 cm da intrad.

Convenzioni di segno

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

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura = 15

Condizione di carico 1

Momento = 2929,0 (KN.m)  
 Sforzo normale = 0,0 (KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -4,51 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Trazione massima nell'acciaio = 187,56 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Distanza asse neutro da lembo compresso = 51,4 (cm)  
 Braccio di leva interno = 176,3 (cm)

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

### 12.2.5 Verifiche a fessurazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

### 12.2.5.1 Sezione S1 – Elevazione

#### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

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

Descrizione dell'armatura normale

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

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

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2,5 cm

Copriferro effettivo sezione = 5,0 cm

Interferro = 20,0 cm

Diametro massimo barre = 24,0 (mm)

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

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

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

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

Stadio non fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza asse neutro da lembo teso = 80,0 cm

Altezza del tirante ideale = 28,9 cm

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

Stadio fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

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

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

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

Trazione nell'acciaio per il calcolo della fessura = 157,48 (N/mm<sup>2</sup>)

Ampiezza della fessura ( $w = 1.7 \cdot S_m \cdot \sigma_{sm} / E_s$ ) = 0,0689 - 0,1027 mm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 12.2.5.2 Sezione S1 – Fondazione

### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 100,0  
 h2 200,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø24 mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
 10 ø24 mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
 10 ø24 mm posizionati a 187,9 cm da intradosso  
 10 ø24 mm posizionati a 193,8 cm da intradosso

Area armatura normale = 18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 100,0 cm da intrad.

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2,5 cm

Copriferro effettivo sezione = 5,0 cm

Interferro = 20,0 cm

Diametro massimo barre = 24,0 (mm)

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

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

Momento di prima fessurazione ( $\sigma = 0.7 \cdot 1.2 \cdot f_{ctm}$ ) = 2,156E+03 (KN.m)

Momento di fessurazione ( $\sigma = f_{ctm}$ ) = 2,566E+03 (KN.m)

Stadio non fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza asse neutro da lembo teso = 100,0 cm

Altezza del tirante ideale = 28,9 cm

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

Stadio fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza media fra due fessure attigue  $S_m$  = 20,6 cm

Momento di fessurazione; Trazione acciaio = 164,3 (N/mm<sup>2</sup>)

Coeff.  $K_3$  ( $= [0.25 \cdot (\sigma_1 + \sigma_2) / (2 \cdot \sigma_1)]$ ) = 0,214

Trazione nell'acciaio per il calcolo della fessura = 92,59 (N/mm<sup>2</sup>)

Ampiezza della fessura ( $w = 1.7 \cdot S_m \cdot \sigma_{sm} / E_s$ ) = 0,0411 - 0,0411 mm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 13 ANALISI DI STABILITA'

Secondo quanto indicato dalla nuova normativa vigente, le verifiche di stabilità dei nuovi rilevati autostradali sono state condotte agli S.L.U. secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

$$A2 + M2 + R2$$

I coefficienti parziali da adottare vengono di seguito riassunti.

- Coefficienti parziali da applicare alle azioni esterne (A2)

I sovraccarichi autostradali ( $q=20$  kPa), considerati come dei carichi variabili sfavorevoli, sono stati fattorizzati secondo il coefficiente  $\gamma_{Qi}=1.3$ : si ottiene quindi un sovraccarico di progetto pari a 26 kPa.

- Coefficienti parziali da applicare ai parametri geotecnici del terreno (M2)

I parametri di resistenza del terreno in condizioni drenate sono stati fattorizzati secondo i coefficienti indicati nella tabella seguente

$\gamma_{\phi}$ (fattore da applicare alla tangente dell'angolo di attrito)	1.25
$\gamma_c$ (fattore da applicare alla coesione drenata)	1.25
$\gamma_{cu}$ (fattore da applicare alla coesione non drenata)	1.4

Fattori parziali sui parametri del terreno M2

- Coefficienti parziali sulle resistenze (R2)

Il coefficiente sulle resistenze ( $\gamma_R$ ) per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti è pari a 1.1. Tale condizione è equivalente a verificare che il coefficiente di sicurezza fornito dalle analisi di stabilità globale dei rilevati, avendo fattorizzato i carichi e i parametri geotecnici come sopra indicato, risulti non inferiore a 1.1.

Le verifiche sono state condotte applicando progressivamente fattori di sicurezza crescenti ai parametri di resistenza del terreno (coesione e angolo d'attrito); in ogni step di calcolo viene applicato il medesimo fattore di sicurezza sia alla coesione sia all'angolo d'attrito. Il procedimento iterativo viene eseguito in modo automatico dal programma di calcolo. Attraverso tale procedura è possibile rilevare il massimo valore del coefficiente che garantisce la stabilità del sistema. Il coefficiente così trovato dovrà essere confrontato con il minimo richiesto dalla normativa, pari a 1.1.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sono state affrontate le condizioni in fase statica e sismica assumendo le geometrie di scavo più sfavorevoli, corrispondenti ad un'altezza del muro di 6 m. In accordo alle indicazioni di progetto, per la fase sismica è stato applicato un sovraccarico di progetto pari a 10 kPa.

I parametri geotecnici di progetto, indicati con pedice 'd', sono riportati nella tabella seguente. I moduli di deformazione e i pesi di volume non sono stati fattorizzati in accordo alla nuova normativa.

Livello	$\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_d$ □ □ (°)	$c'_d$ (kPa)
Rilevato	20	32	0
Depositi alluvionali recenti	18	32	0
San Pier Niceto argilloso	20	17,91	20

Parametri geotecnici di progetto

Per quanto concerne le verifiche in condizioni sismiche, utilizzando i parametri sismici sopra indicati, si è operato come segue:

$$\frac{a_g}{g} = 0.418$$

$$\frac{a_{max}}{g} = S \cdot \frac{a_g}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$S_s = 1.08$$

$$S_T = 1.0$$

$$\beta_s = 0.30$$

$$\frac{a_{max}}{g} = 1.08 \cdot 1.0 \cdot 0.418 = 0.451$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.30 \cdot 0.451 = 0.135$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2} = \pm 0.068$$

dove:

$a_g$  : accelerazione orizzontale massima di riferimento su suolo rigido

$a_{max}$  : accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g$  : accelerazione di gravità

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$S_s$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica per suolo di tipo 'C'

$S_t$  : coefficiente di amplificazione topografica, assunto pari a 1

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione, assunto in funzione del valore di  $a_g$  pari a 0,30

$k_h$  = coefficiente sismico orizzontale

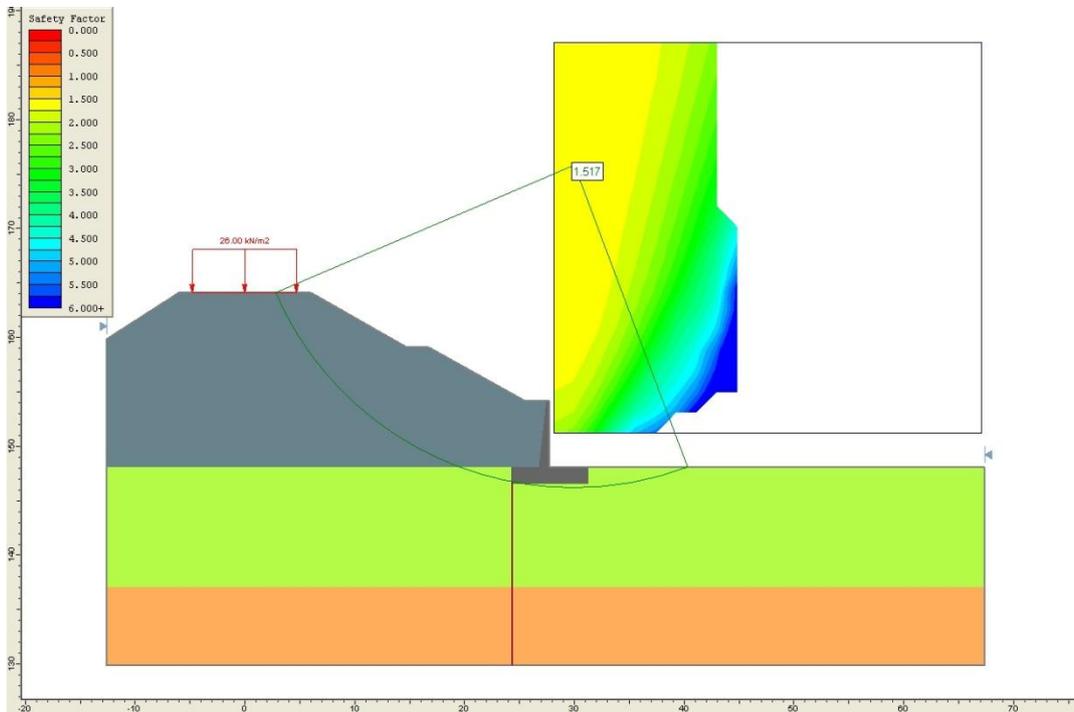
$k_v$  = coefficiente sismico verticale

I risultati delle analisi eseguite sono riportate nella tabella seguente mentre nei grafici successivi si riportano i casi più gravosi statico e sismico.

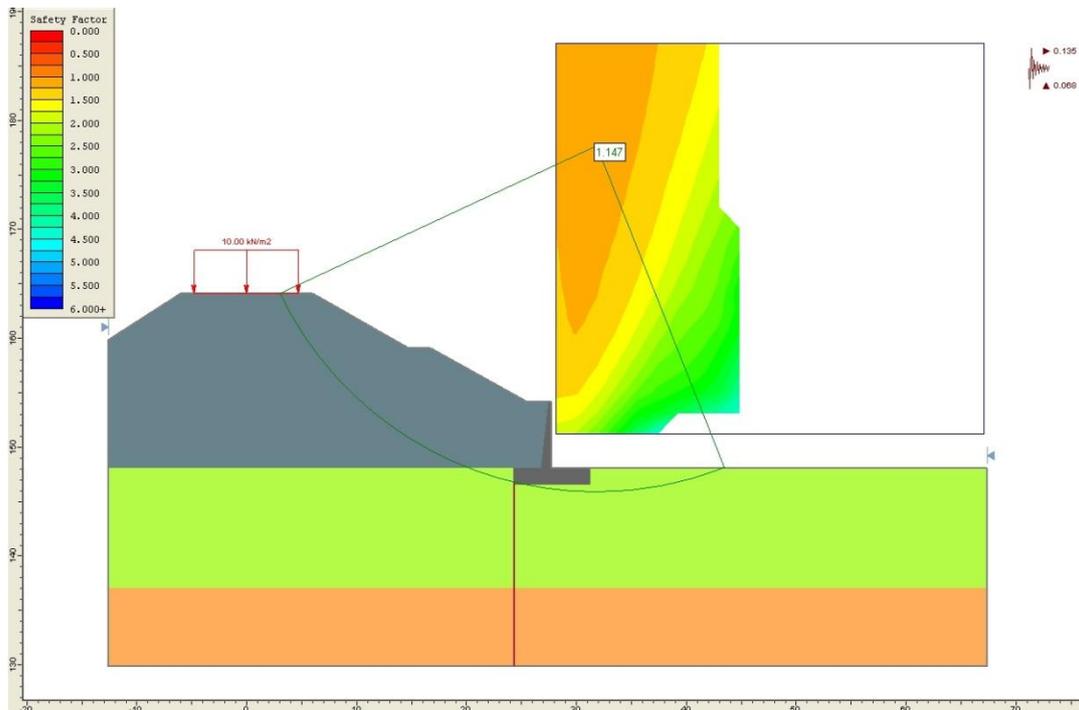
	<b>Caso</b>	<b>Fattore di sicurezza globale</b>
Muro di sottoscarpa	statico	1,517
	sismico	1,147
Muro di sostegno	statico	1,763
	sismico	1,436

Risultati analisi di stabilità

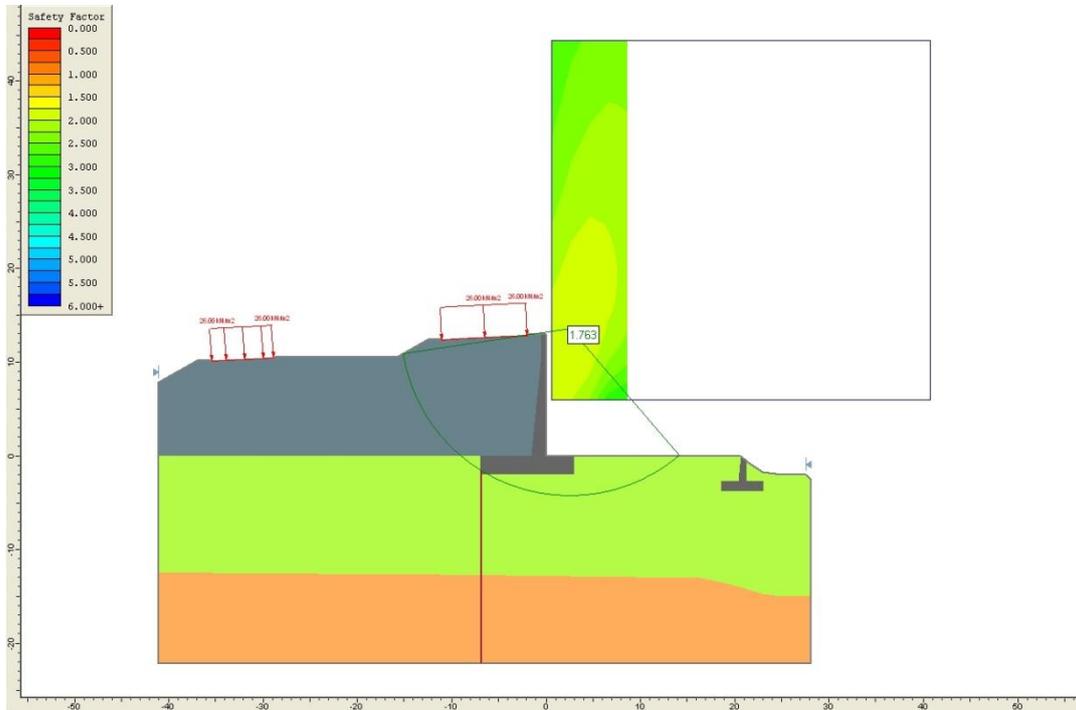
I risultati delle verifiche di stabilità mostrano coefficienti di sicurezza sempre superiori a quelli richiesti dalla normativa (1.1).



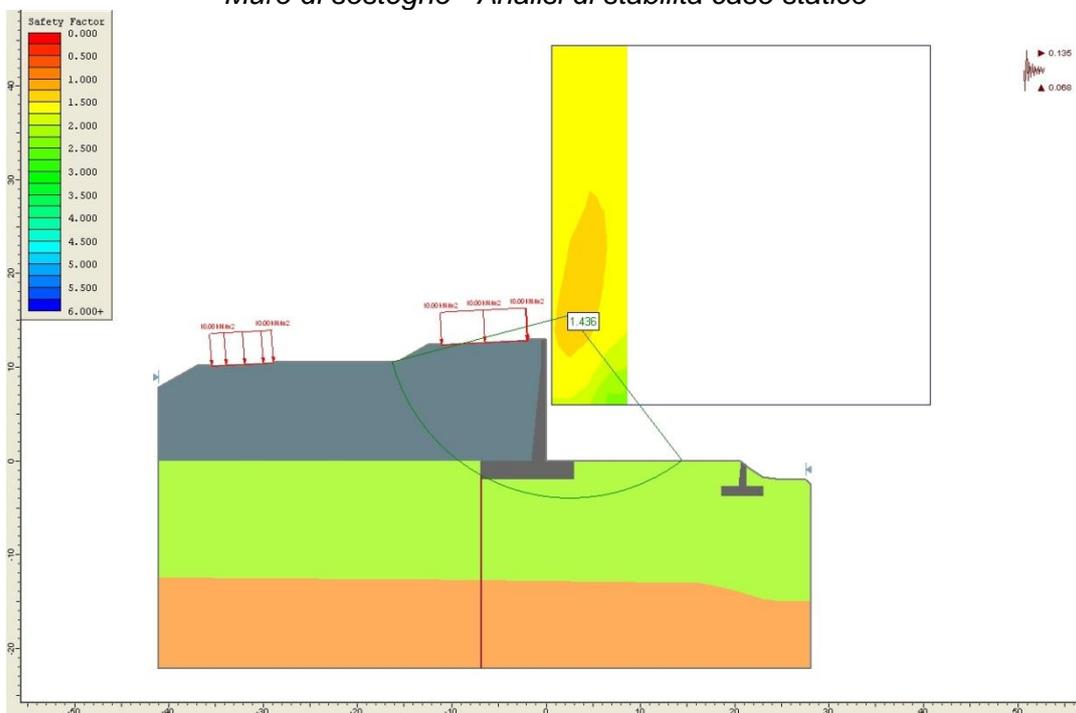
*Muro di sottoscarpa - Analisi di stabilità caso statico*



*Muro di sottoscarpa - Analisi di stabilità caso sismico*



*Muro di sostegno - Analisi di stabilità caso statico*



*Muro di sostegno - Analisi di stabilità caso sismico*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 14 TABULATI DI CALCOLO

### 14.1 Muro di sottoscarpa – Input SAP2000 Advanced rel. 14.0.0

File D:\Lavori\Proiter Ponte sullo stretto di Messina\Lavoro\SAP2\M12\_H=6\_D8m\_SLU.\$2k was saved on 2/22/11 at 17.07.51

TABLE: "ACTIVE DEGREES OF FREEDOM"

UX=Yes UY=Yes UZ=Yes RX=Yes RY=Yes RZ=Yes

TABLE: "ANALYSIS OPTIONS"

Solver=Advanced SolverProc=Auto Force32Bit=No StiffCase=None GeomMod=No

TABLE: "AUTO WAVE 3 - WAVE CHARACTERISTICS - GENERAL"

WaveChar=Default WaveType="From Theory" KinFactor=1 SWaterDepth=45 WaveHeight=18  
 WavePeriod=12 WaveTheory=Linear

TABLE: "BRIDGE DESIGN PREFERENCES - AASHTOLRFD07"

HingeOpt="Auto: AASHTO/Caltrans Hinge"

TABLE: "CASE - STATIC 1 - LOAD ASSIGNMENTS"

Case=DEAD LoadType="Load pattern" LoadName=DEAD LoadSF=1  
 Case="SLU STR P" LoadType="Load pattern" LoadName="SLU STR P" LoadSF=1  
 Case="SLV P1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLV P" LoadSF=1  
 Case="SLD P1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLD P" LoadSF=1  
 Case="SLE P1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLE P" LoadSF=1  
 Case="SLU GEO 1" LoadType="Load pattern" LoadName="SLU GEO 1" LoadSF=1  
 Case="SLV B" LoadType="Load pattern" LoadName="SLV B" LoadSF=1  
 Case="SLD B" LoadType="Load pattern" LoadName="SLD B" LoadSF=1

TABLE: "COMBINATION DEFINITIONS"

ComboName="COMB SLU STR" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName=DEAD ScaleFactor=1  
 SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
 ComboName="COMB SLU STR" CaseName="SLU STR P" ScaleFactor=1  
 ComboName="COMB SLV" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName=DEAD ScaleFactor=1  
 SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
 ComboName="COMB SLV" CaseName="SLV P" ScaleFactor=1  
 ComboName="COMB SLD" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName=DEAD ScaleFactor=1  
 SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
 ComboName="COMB SLD" CaseName="SLD P" ScaleFactor=1  
 ComboName="COMB SLE" ComboType="Linear Add" AutoDesign=No CaseName="SLE P" ScaleFactor=1  
 SteelDesign=No ConcDesign=No AlumDesign=No ColdDesign=No  
 ComboName="COMB SLE" CaseName=DEAD ScaleFactor=1

TABLE: "CONNECTIVITY - FRAME"

Frame=2 JointI=1 JointJ=3 IsCurved=No  
 Frame=3 JointI=3 JointJ=4 IsCurved=No  
 Frame=4 JointI=4 JointJ=5 IsCurved=No  
 Frame=5 JointI=5 JointJ=6 IsCurved=No  
 Frame=6 JointI=6 JointJ=7 IsCurved=No  
 Frame=7 JointI=7 JointJ=8 IsCurved=No  
 Frame=8 JointI=8 JointJ=9 IsCurved=No  
 Frame=9 JointI=9 JointJ=10 IsCurved=No  
 Frame=10 JointI=10 JointJ=11 IsCurved=No  
 Frame=11 JointI=11 JointJ=12 IsCurved=No  
 Frame=12 JointI=12 JointJ=13 IsCurved=No  
 Frame=13 JointI=13 JointJ=14 IsCurved=No  
 Frame=14 JointI=14 JointJ=15 IsCurved=No  
 Frame=15 JointI=15 JointJ=16 IsCurved=No  
 Frame=16 JointI=16 JointJ=17 IsCurved=No  
 Frame=17 JointI=17 JointJ=18 IsCurved=No

TABLE: "COORDINATE SYSTEMS"

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> SS0501_F0.docx	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

Name=GLOBAL Type=Cartesian X=0 Y=0 Z=0 AboutZ=0 AboutY=0 AboutX=0

TABLE: "DATABASE DOCUMENTATION"

TABLE: "DATABASE FORMAT TYPES"  
 UnitsCurr=Yes OverrideE=No

TABLE: "FRAME AUTO MESH ASSIGNMENTS"

Frame	AutoMesh	AtJoints	AtFrames	NumSegments	MaxLength	MaxDegrees
Frame=2	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=3	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=4	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=5	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=6	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=7	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=8	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=9	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=10	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=11	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=12	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=13	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=14	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=15	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=16	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0
Frame=17	AutoMesh=Yes	AtJoints=Yes	AtFrames=No	NumSegments=0	MaxLength=0	MaxDegrees=0

TABLE: "FRAME DESIGN PROCEDURES"

Frame=2	DesignProc="From Material"
Frame=3	DesignProc="From Material"
Frame=4	DesignProc="From Material"
Frame=5	DesignProc="From Material"
Frame=6	DesignProc="From Material"
Frame=7	DesignProc="From Material"
Frame=8	DesignProc="From Material"
Frame=9	DesignProc="From Material"
Frame=10	DesignProc="From Material"
Frame=11	DesignProc="From Material"
Frame=12	DesignProc="From Material"
Frame=13	DesignProc="From Material"
Frame=14	DesignProc="From Material"
Frame=15	DesignProc="From Material"
Frame=16	DesignProc="From Material"
Frame=17	DesignProc="From Material"

TABLE: "FRAME OUTPUT STATION ASSIGNMENTS"

Frame	StationType	MinNumSta	AddAtElmInt	AddAtPtLoad
Frame=2	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=3	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=4	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=5	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=6	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=7	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=8	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=9	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=10	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=11	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=12	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=13	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=14	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=15	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=16	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes
Frame=17	StationType=MinNumSta	MinNumSta=3	AddAtElmInt=Yes	AddAtPtLoad=Yes

TABLE: "FRAME SECTION ASSIGNMENTS"

Frame=2	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=3	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=4	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=5	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default

**MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

Frame=6	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=7	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=8	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=9	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=10	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=11	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=12	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=13	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=14	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=15	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=16	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default
Frame=17	AutoSelect=N.A.	AnalSect=Diaframma	MatProp=Default

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 01 - GENERAL"

SectionName=Diaframma Material=Rck30 Shape=Rectangular t3=2,5 t2=1,2 Area=3  
TorsConst=1,00647031799808 I33=1,5625 I22=0,36 AS2=2,5 AS3=2,5 S33=1,25 S22=0,6  
Z33=1,875 Z22=0,9 R33=0,721687836487032  
R22=0,346410161513775 Color=Gray8Dark FromFile=No AMod=1 A2Mod=1 A3Mod=1 JMod=1  
I2Mod=1 I3Mod=1 MMod=1 WMod=1 Notes="Added 14/02/2011 13.03.33"

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 02 - CONCRETE COLUMN"

SectionName=Diaframma RebarMatL=A615Gr60 RebarMatC=A615Gr60 ReinfConfig=Rectangular  
LatReinf=Ties Cover=0,04 NumBars3Dir=3 NumBars2Dir=3 BarSizeL=#9 BarSizeC=#4  
SpacingC=0,15 NumCBars2=3 NumCBars3=3 ReinfType=Design

TABLE: "FUNCTION - PLOT FUNCTIONS"

PlotFunc="Input Energy" Type=Energy Component=Input Mode=All

TABLE: "FUNCTION - POWER SPECTRAL DENSITY - USER"

Name=UNIFPSD Frequency=0 Value=1  
Name=UNIFPSD Frequency=1 Value=1

TABLE: "FUNCTION - RESPONSE SPECTRUM - USER"

Name=UNIFRS Period=0 Accel=1 FuncDamp=0,05  
Name=UNIFRS Period=1 Accel=1

TABLE: "FUNCTION - STEADY STATE - USER"

Name=UNIFSS Frequency=0 Value=1  
Name=UNIFSS Frequency=1 Value=1

TABLE: "FUNCTION - TIME HISTORY - USER"

Name=RAMPTH Time=0 Value=0  
Name=RAMPTH Time=1 Value=1  
Name=RAMPTH Time=4 Value=1  
Name=UNIFTH Time=0 Value=1  
Name=UNIFTH Time=1 Value=1

TABLE: "GRID LINES"

CoordSys=GLOBAL AxisDir=X XRYZCoord=0 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes  
BubbleLoc=End AllVisible=No BubbleSize=1  
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Y XRYZCoord=0 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes  
BubbleLoc=End  
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Z XRYZCoord=-10 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark  
Visible=Yes BubbleLoc=End  
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Z XRYZCoord=0 LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes  
BubbleLoc=End

TABLE: "GROUPS 1 - DEFINITIONS"

GroupName=ALL Selection=Yes SectionCut=Yes Steel=Yes Concrete=Yes Aluminum=Yes  
ColdFormed=Yes Stage=Yes Bridge=Yes AutoSeismic=No AutoWind=No SelDesSteel=No  
SelDesAlum=No SelDesCold=No MassWeight=Yes Color=Red  
GroupName=DXFIN Selection=Yes SectionCut=Yes Steel=Yes Concrete=Yes Aluminum=Yes  
ColdFormed=Yes Stage=Yes Bridge=Yes AutoSeismic=No AutoWind=No SelDesSteel=No  
SelDesAlum=No SelDesCold=No MassWeight=Yes Color=Black

TABLE: "GROUPS 2 - ASSIGNMENTS"

**MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=2
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=3
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=4
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=5
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=6
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=7
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=8
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=9
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=10
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=11
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=12
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=13
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=14
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=15
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=16
GroupName=DXFIN	ObjectType=Frame	ObjectLabel=17

TABLE: "JOINT COORDINATES"

Joint=1	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=0	SpecialJt=No
Joint=3	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-0,5	SpecialJt=No
Joint=4	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-1	SpecialJt=No
Joint=5	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-1,5	SpecialJt=No
Joint=6	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-2	SpecialJt=No
Joint=7	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-2,5	SpecialJt=No
Joint=8	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-3	SpecialJt=No
Joint=9	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-3,5	SpecialJt=No
Joint=10	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-4	SpecialJt=No
Joint=11	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-4,5	SpecialJt=No
Joint=12	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-5	SpecialJt=No
Joint=13	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-5,5	SpecialJt=No
Joint=14	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-6	SpecialJt=No
Joint=15	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-6,5	SpecialJt=No
Joint=16	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-7	SpecialJt=No
Joint=17	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-7,5	SpecialJt=No
Joint=18	CoordSys=GLOBAL	CoordType=Cartesian	XorR=0	Y=0	Z=-8	SpecialJt=No

TABLE: "JOINT LOADS - FORCE"

Joint=1	LoadPat="SLU GEO 1"	CoordSys=GLOBAL	F1=1213	F2=0	F3=-1539	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLV B"	CoordSys=GLOBAL	F1=2369	F2=0	F3=-1482	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLV P"	CoordSys=GLOBAL	F1=2453	F2=0	F3=-1736	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLU STR P"	CoordSys=GLOBAL	F1=1252	F2=0	F3=-1539	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLE P"	CoordSys=GLOBAL	F1=961	F2=0	F3=-1541	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLD B"	CoordSys=GLOBAL	F1=1145	F2=0	F3=-1562	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=1	LoadPat="SLD P"	CoordSys=GLOBAL	F1=1069	F2=0	F3=-1656	M1=0	M2=0	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLU GEO 1"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=3325	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLV B"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=5464	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLV P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=5499	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLU STR P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=3698	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLE P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2592	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLD B"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2128	M3=0
Joint=3	LoadPat="SLD P"	CoordSys=GLOBAL	F1=0	F2=0	F3=0	M1=0	M2=2092	M3=0

TABLE: "JOINT PATTERN DEFINITIONS"

Pattern=Default

TABLE: "JOINT RESTRAINT ASSIGNMENTS"

Joint=1	U1=No	U2=No	U3=No	R1=Yes	R2=Yes	R3=No
Joint=18	U1=Yes	U2=Yes	U3=Yes	R1=Yes	R2=Yes	R3=Yes

TABLE: "JOINT SPRING ASSIGNMENTS 1 - UNCOUPLED"

Joint=1	CoordSys=Local	U1=32000	U2=32000	U3=32000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=3	CoordSys=Local	U1=75000	U2=75000	U3=75000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=4	CoordSys=Local	U1=86000	U2=86000	U3=86000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=5	CoordSys=Local	U1=97000	U2=97000	U3=97000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=6	CoordSys=Local	U1=108000	U2=108000	U3=108000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=7	CoordSys=Local	U1=118000	U2=118000	U3=118000	R1=0	R2=0	R3=0

**MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

Joint=8	CoordSys=Local	U1=129000	U2=129000	U3=129000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=9	CoordSys=Local	U1=140000	U2=140000	U3=140000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=10	CoordSys=Local	U1=151000	U2=151000	U3=151000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=11	CoordSys=Local	U1=162000	U2=162000	U3=162000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=12	CoordSys=Local	U1=173000	U2=173000	U3=173000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=13	CoordSys=Local	U1=184000	U2=184000	U3=184000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=14	CoordSys=Local	U1=195000	U2=195000	U3=195000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=15	CoordSys=Local	U1=205000	U2=205000	U3=205000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=16	CoordSys=Local	U1=216000	U2=216000	U3=216000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=17	CoordSys=Local	U1=227000	U2=227000	U3=227000	R1=0	R2=0	R3=0
Joint=18	CoordSys=Local	U1=0	U2=0	U3=0	R1=0	R2=0	R3=0

TABLE: "LOAD CASE DEFINITIONS"

Case=DEAD	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLV P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=OTHER
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLD P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=OTHER
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLE P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=OTHER
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLU STR P"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLV P1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLD P1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLE P1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=LIVE
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLU GEO 1"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLV B"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			
Case="SLD B"	Type=LinStatic	InitialCond=Zero	DesTypeOpt="Prog Det"	DesignType=DEAD
AutoType=None	RunCase=Yes			

TABLE: "LOAD PATTERN DEFINITIONS"

LoadPat=DEAD	DesignType=DEAD	SelfWtMult=1
LoadPat="SLU STR P"	DesignType=LIVE	SelfWtMult=0
LoadPat="SLV P"	DesignType=LIVE	SelfWtMult=0
LoadPat="SLD P"	DesignType=LIVE	SelfWtMult=0
LoadPat="SLE P"	DesignType=LIVE	SelfWtMult=0
LoadPat="SLU GEO 1"	DesignType=DEAD	SelfWtMult=0
LoadPat="SLV B"	DesignType=DEAD	SelfWtMult=0
LoadPat="SLD B"	DesignType=DEAD	SelfWtMult=0

TABLE: "MASSES 1 - MASS SOURCE"

MassFrom=Elements

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 01 - GENERAL"

Material=Rck30 Type=Concrete SymType=Isotropic TempDepend=No Color=Blue Notes="ASTM A36 added 14/02/2011 13.02.37"

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 02 - BASIC MECHANICAL PROPERTIES"

Material=Rck30 UnitWeight=25 UnitMass=2,54929048055605 E1=31447 000 G12=12095000 U12=0,3 A1=0,000117

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 03B - CONCRETE DATA"

Material=Rck30 Fc=20684,2736685473 LtWtConc=No SScurveOpt=Mander SSHysType=Takeda SFc=0,002 SCap=0,005 FinalSlope=-0,1 FAngle=0 DAngle=0

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 06 - DAMPING PARAMETERS"

Material=Rck30 ModalRatio=0 VisMass=0 VisStiff=0 HysMass=0 HysStiff=0

TABLE: "OPTIONS - COLORS - DISPLAY"

**MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

DeviceType=Screen Points=Yellow LinesFrame=Yellow LinesFrmExt=Yellow LinesCable=Green  
LinesTendon=Green SpringLinks=Green Restraints=Green Releases=Green Axes=Cyan Text=Green  
ShadowLines=Gray8Dark \_

GuideLines=Gray8Dark Highlight=Red Selection=White AreaFillBot=Red  
AreaFillTop=16744703 AreaFillSd=Red AreaEdge=DarkRed SolidF1=Red SolidF2=Blue  
SolidF3=Green SolidF4=Yellow SolidF5=White SolidF6=Cyan \_  
SolidEdge=DarkRed Floor=Gray4 Background=Black BGLowLeft=Black BGLowRight=Black  
BGUpRight=Black Darkness=0,5

DeviceType=Printer Points=Gray8Dark LinesFrame=Black LinesFrmExt=Gray4 LinesCable=Black  
LinesTendon=Black SpringLinks=Gray8Dark Restraints=Gray8Dark Releases=Gray4 Axes=Black  
Text=Black ShadowLines=Gray4 \_

GuideLines=Gray4 Highlight=Black Selection=Black AreaFillBot=Gray4  
AreaFillTop=Gray8Dark AreaFillSd=Gray4 AreaEdge=Black SolidF1=GrayLight SolidF2=Gray2  
SolidF3=Gray3 SolidF4=Gray4 SolidF5=Gray5 \_  
SolidF6=Gray6 SolidEdge=Black Floor=Gray4 Background=White BGLowLeft=White  
BGLowRight=White BGUpRight=White Darkness=0,5

DeviceType="Color Printer" Points=Black LinesFrame=7303023 LinesFrmExt=White  
LinesCable=Green LinesTendon=Green SpringLinks=Green Restraints=9408399 Releases=Green  
Axes=Cyan Text=Black ShadowLines=Gray8Dark \_

GuideLines=10461087 Highlight=Red Selection=10504778 AreaFillBot=16634568  
AreaFillTop=14277119 AreaFillSd=16634568 AreaEdge=7303023 SolidF1=10122991 SolidF2=16756912  
SolidF3=11599795 SolidF4=12713983 \_  
SolidF5=White SolidF6=16777128 SolidEdge=7303023 Floor=13619151 Background=White  
BGLowLeft=White BGLowRight=14671839 BGUpRight=White Darkness=0,5

TABLE: "OPTIONS - COLORS - OUTPUT"

DeviceType=Screen Contour1=13107400 Contour2=6553828 Contour3=Red Contour4=16639  
Contour5=Orange Contour6=43775 Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408  
Contour10=Green Contour11=8453888 Contour12=Cyan \_  
Contour13=16755200 Contour14=16733440 Contour15=Blue Transpare=0,5 Ratio1=Cyan  
Ratio2=Green Ratio3=Yellow Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4 RatioNotC=Red  
RatioVal1=0,5 RatioVal2=0,7 RatioVal3=0,9 \_  
RatioVal4=1 DFillPos=Yellow DFillNeg=Red DFillRPos=Blue DFillRNeg=Cyan

DeviceType=Printer Contour1=Black Contour2=3158064 Contour3=4210752 Contour4=5263440  
Contour5=6316128 Contour6=7368816 Contour7=Gray8Dark Contour8=Gray7 Contour9=Gray6  
Contour10=Gray5 Contour11=Gray4 \_  
Contour12=Gray3 Contour13=Gray2 Contour14=GrayLight Contour15=White Transpare=0  
Ratio1=Gray2 Ratio2=Gray4 Ratio3=Gray8Dark Ratio4=4210752 Ratio5=Black RatioNotD=Gray4  
RatioNotC=Black RatioVal1=0,5  
RatioVal2=0,7 RatioVal3=0,9 RatioVal4=1 DFillPos=Gray8Dark DFillNeg=Gray8Dark  
DFillRPos=4210752 DFillRNeg=4210752

DeviceType="Color Printer" Contour1=13107400 Contour2=6553828 Contour3=Red Contour4=16639  
Contour5=Orange Contour6=43775 Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408  
Contour10=Green Contour11=8453888 \_  
Contour12=Cyan Contour13=16755200 Contour14=16733440 Contour15=Blue Transpare=0,5  
Ratio1=Cyan Ratio2=Green Ratio3=Yellow Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4  
RatioNotC=Red RatioVal1=0,5 RatioVal2=0,7 \_  
RatioVal3=0,9 RatioVal4=1 DFillPos=Red DFillNeg=Red DFillRPos=Blue DFillRNeg=Blue

TABLE: "PREFERENCES - ALUMINUM DESIGN - AA-ASD 2000"

THDesign=Envelopes FrameType="Moment Frame" SRatioLimit=1 MaxIter=1  
LatFact=1,3333333333333333 UseLatFact=No Bridge=No

TABLE: "PREFERENCES - COLD FORMED DESIGN - AISI-ASD96"

THDesign=Envelopes FrameType="Braced Frame" SRatioLimit=1 MaxIter=1 OmegaBS=1,67  
OmegaBUS=1,67 OmegaBLTB=1,67 OmegaVS=1,67 OmegaVNS=1,5 OmegaT=1,67 OmegaC=1,8

TABLE: "PREFERENCES - CONCRETE DESIGN - ACI 318-05/IBC2003"

THDesign=Envelopes NumCurves=24 NumPoints=11 MinEccen=No PatLLF=0,75 UFLimit=0,95  
SeisCat=D PhiT=0,9 PhiCTied=0,65 PhiCSpiral=0,7 PhiV=0,75 PhiVSeismic=0,6 PhiVJoint=0,85

TABLE: "PREFERENCES - DIMENSIONAL"

MergeTol=0,001 FineGrid=0,25 Nudge=0,25 SelectTol=3 SnapTol=12 SLineThick=1  
PLineThick=4 MaxFont=8 MinFont=3 AutoZoom=10 ShrinkFact=70 TextFileLen=240

TABLE: "PREFERENCES - STEEL DESIGN - AISC-LRFD93"

**MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

THDesign=Envelopes FrameType="Moment Frame" PatLLF=0,75 SRatioLimit=0,95 MaxIter=1  
PhiB=0,9 PhiC=0,85 PhiT=0,9 PhiV=0,9 PhiCA=0,9 CheckDefl=Yes DLtRat=120 SDLAndLLRat=120  
LLRat=360 TotalRat=240 NetRat=240

TABLE: "PROGRAM CONTROL"

ProgramName=SAP2000 Version=14.1.0 CurrUnits="KN, m, C" SteelCode=AISC-LRFD93  
ConcCode="ACI 318-05/IBC2003" AlumCode="AA-ASD 2000" ColdCode=AISI-ASD96 BridgeCode="AASHTO  
LRFD 2007" RegenHinge=Yes

TABLE: "PROJECT INFORMATION"

Item="Company Name"  
Item="Client Name"  
Item="Project Name"  
Item="Project Number"  
Item="Model Name"  
Item="Model Description"  
Item="Revision Number"  
Item="Frame Type"  
Item="Engineer"  
Item="Checker"  
Item="Supervisor"  
Item="Issue Code"  
Item="Design Code"

TABLE: "REBAR SIZES"

RebarID=#2	Area=0,000032258	Diameter=0,00635
RebarID=#3	Area=7,09675996154547E-05	Diameter=0,009525
RebarID=#4	Area=1,29032001922727E-04	Diameter=0,0127
RebarID=#5	Area=1,99999601538181E-04	Diameter=0,015875
RebarID=#6	Area=2,83870398461819E-04	Diameter=0,01905
RebarID=#7	Area=3,87096015381813E-04	Diameter=0,022225
RebarID=#8	Area=5,09676413843632E-04	Diameter=0,0254
RebarID=#9	Area=0,00064516	Diameter=2,86512005329132E-02
RebarID=#10	Area=8,1935318769455E-04	Diameter=3,22579995155334E-02
RebarID=#11	Area=1,00644956308365E-03	Diameter=3,58139991521835E-02
RebarID=#14	Area=0,00145161	Diameter=4,30021989583969E-02
RebarID=#18	Area=0,00258064	Diameter=5,73277992248535E-02
RebarID=10M	Area=1,00000004162606E-04	Diameter=1,13000003604438E-02
RebarID=15M	Area=2,0000008325212E-04	Diameter=1,6000002402959E-02
RebarID=20M	Area=3,00000012487818E-04	Diameter=1,95000002928606E-02
RebarID=25M	Area=5,00000020813031E-04	Diameter=2,52000011414055E-02
RebarID=30M	Area=7,00000029138243E-04	Diameter=2,99000000675832E-02
RebarID=35M	Area=1,00000004162606E-03	Diameter=3,57000012990997E-02
RebarID=45M	Area=1,50000006243909E-03	Diameter=4,37000014192476E-02
RebarID=55M	Area=2,50000010406515E-03	Diameter=0,056400002372922
RebarID=6d	Area=2,83000004150781E-05	Diameter=6,00000009011096E-03
RebarID=8d	Area=5,03000013308514E-05	Diameter=8,00000012014795E-03
RebarID=10d	Area=7,85000032676458E-05	Diameter=1,0000001501849E-02
RebarID=12d	Area=1,13000004703745E-04	Diameter=1,20000001802219E-02
RebarID=14d	Area=1,54000006410413E-04	Diameter=1,40000002102589E-02
RebarID=16d	Area=2,01000008366838E-04	Diameter=1,60000002402959E-02
RebarID=20d	Area=3,14000013070583E-04	Diameter=2,00000003003699E-02
RebarID=25d	Area=4,91000020438396E-04	Diameter=2,50000003754623E-02
RebarID=26d	Area=5,31000022103439E-04	Diameter=2,60000003904808E-02
RebarID=28d	Area=6,16000025641654E-04	Diameter=2,80000004205178E-02
RebarID=N12	Area=1,13000004703745E-04	Diameter=1,20000001802219E-02
RebarID=N16	Area=2,01000008366838E-04	Diameter=1,60000002402959E-02
RebarID=N20	Area=3,14000013070583E-04	Diameter=2,00000003003699E-02
RebarID=N24	Area=4,5200001881498E-04	Diameter=2,40000003604438E-02
RebarID=N28	Area=6,16000025641654E-04	Diameter=2,80000004205178E-02
RebarID=N32	Area=8,04000033467353E-04	Diameter=3,20000004805918E-02
RebarID=N36	Area=1,02000004245858E-03	Diameter=3,60000005406658E-02

TABLE: "SOLID PROPERTY DEFINITIONS"

SolidProp=SOLID1 Material=4000Psi MatAngleA=0 MatAngleB=0 MatAngleC=0 InComp=Yes  
Color=Magenta Notes="Added 14/02/2011 13.01.52"  
END TABLE DATA

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>Codice documento</b> SS0501_F0.docx	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

## 14.2 Muro di sottoscampa – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno sv. Annunziata rampa 1 0+404  
 0+505-sott-statica.sli

#### Project Settings

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

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
 Janbu simplified  
 Ordinary/Fellenius  
 Spencer

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

#### Surface Options

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

#### Loading

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

#### Material Properties

Material: rilevato  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 32 degrees  
 Water Surface: None

#### Material: c.a.

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 50 kPa  
 Friction Angle: 40 degrees  
 Water Surface: None

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

Material: SPierNiceto arg  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 20 kPa  
 Friction Angle: 18 degrees  
 Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-12.587	137.024
67.413	137.024

##### Material Boundary

27.500	154.124
26.788	148.024
24.300	148.024
24.300	146.524
31.300	146.524
31.300	148.024

##### Material Boundary

-12.587	148.024
24.300	148.024

##### External Boundary

6.000	164.124
4.700	164.124
-4.700	164.124
-6.000	164.124
-12.587	159.894
-12.587	148.024
-12.587	137.024
-12.587	129.894
67.413	129.894
67.413	137.024
67.413	148.024
31.300	148.024
27.800	148.024
27.800	154.124
27.500	154.124
25.500	154.124
16.750	159.124
14.750	159.124

##### Focus/Block Search Line

24.390	129.900
24.390	146.703

##### Search Grid

28.140	151.255
--------	---------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

67.118	151.255	4.688	164.124
67.118	187.111	-4.700	164.124
28.140	187.111	-4.744	164.124

Distributed Load

### 14.3 Muro di sottoscarpa – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
28.140	151.255	5.898	2.11019	31.852	168.239	22.793	1.57192
28.140	153.142	7.452	1.87796	31.852	170.127	24.583	1.55680
28.140	155.029	9.132	1.74968	31.852	172.014	26.388	1.54303
28.140	156.916	10.880	1.67241	31.852	173.901	28.203	1.53189
28.140	158.804	12.668	1.63430	31.852	175.788	30.027	1.52350
28.140	160.691	14.482	1.62953	31.852	177.675	31.858	1.51768
28.140	162.578	16.312	1.63130	31.852	179.562	33.696	1.51963
28.140	164.465	18.154	1.62924	31.852	181.450	35.539	1.52748
28.140	166.352	20.004	1.62699	31.852	183.337	37.386	1.54009
28.140	168.239	21.860	1.62325	31.852	185.224	39.237	1.55625
28.140	170.127	23.722	1.62028	31.852	187.111	41.091	1.57506
28.140	172.014	27.149	1.61614	33.708	151.255	10.371	4.11419
28.140	173.901	28.894	1.60399	33.708	153.142	11.327	3.37957
28.140	175.788	30.647	1.60028	33.708	155.029	12.496	2.80532
28.140	177.675	32.409	1.60317	33.708	156.916	13.826	2.43186
28.140	179.562	34.179	1.61072	33.708	158.804	15.273	2.16607
28.140	181.450	35.956	1.62199	33.708	160.691	16.807	1.98376
28.140	183.337	37.741	1.63621	33.708	162.578	18.408	1.85892
28.140	185.224	39.531	1.65667	33.708	164.465	20.058	1.78736
28.140	187.111	41.328	1.68215	33.708	166.352	21.747	1.73590
29.996	151.255	7.222	2.36285	33.708	168.239	23.466	1.69661
29.996	153.142	8.538	1.99920	33.708	170.127	25.209	1.66156
29.996	155.029	10.038	1.81114	33.708	172.014	26.972	1.63410
29.996	156.916	11.651	1.69257	33.708	173.901	28.750	1.60980
29.996	158.804	13.336	1.61524	33.708	175.788	30.541	1.58891
29.996	160.691	15.069	1.56966	33.708	177.675	32.344	1.57329
29.996	162.578	16.836	1.55802	33.708	179.562	34.155	1.55913
29.996	164.465	18.626	1.55143	33.708	181.450	35.974	1.55388
29.996	166.352	20.433	1.54505	33.708	183.337	37.800	1.55552
29.996	168.239	22.254	1.53605	33.708	185.224	39.632	1.56234
29.996	170.127	24.085	1.52886	33.708	187.111	41.468	1.57283
29.996	172.014	25.924	1.52360	35.564	151.255	15.677	4.94220
29.996	173.901	27.770	1.51854	35.564	153.142	20.632	4.13024
29.996	175.788	29.620	1.51706	35.564	155.029	13.935	3.65237
29.996	177.675	31.475	1.52352	35.564	156.916	15.139	3.11323
29.996	179.562	33.334	1.53576	35.564	158.804	16.471	2.73319
29.996	181.450	35.196	1.55256	35.564	160.691	17.903	2.44057
29.996	183.337	37.060	1.57265	35.564	162.578	19.413	2.22883
29.996	185.224	38.927	1.59521	35.564	164.465	20.985	2.08686
29.996	187.111	40.795	1.61960	35.564	166.352	22.604	1.98952
31.852	151.255	8.741	3.07051	35.564	168.239	24.263	1.91703
31.852	153.142	9.856	2.51268	35.564	170.127	25.952	1.85366
31.852	155.029	11.181	2.16504	35.564	172.014	27.668	1.80363
31.852	156.916	12.649	1.94921	35.564	173.901	29.404	1.75937
31.852	158.804	14.217	1.80070	35.564	175.788	31.158	1.72077
31.852	160.691	15.854	1.69286	35.564	177.675	32.926	1.68726
31.852	162.578	17.541	1.63869	35.564	179.562	34.707	1.66128
31.852	164.465	19.266	1.61237	35.564	181.450	36.499	1.63652
31.852	166.352	21.018	1.59088	35.564	183.337	38.300	1.62211
				35.564	185.224	40.109	1.61536
				35.564	187.111	41.925	1.61432
				37.420	151.255	18.289	5.38611

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0501\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

37.420	153.142	23.013	4.54844	42.989	162.578	27.738	4.50209
37.420	155.029	24.454	4.18591	42.989	164.465	28.792	4.25796
37.420	156.916	25.964	3.91602	42.989	166.352	29.926	4.07611
37.420	158.804	17.783	3.47314	42.989	168.239	28.723	3.93047
37.420	160.691	19.117	3.07630	42.989	170.127	30.158	3.65027
37.420	162.578	20.538	2.75719	42.989	172.014	31.638	3.42493
37.420	164.465	22.029	2.51846	42.989	173.901	33.159	3.22404
37.420	166.352	23.577	2.35684	42.989	175.788	34.716	3.05088
37.420	168.239	25.172	2.23996	42.989	177.675	36.304	2.90057
37.420	170.127	26.804	2.14160	42.989	179.562	37.920	2.76142
37.420	172.014	28.468	2.05974	42.989	181.450	39.559	2.63942
37.420	173.901	30.158	1.98796	42.989	183.337	41.220	2.52949
37.420	175.788	31.871	1.92586	42.989	185.224	42.899	2.42848
37.420	177.675	33.602	1.87040	42.989	187.111	44.595	2.34684
37.420	179.562	35.349	1.82230	44.845	151.255	20.955	-112.00000
37.420	181.450	37.109	1.78515	44.845	153.142	21.445	-112.00000
37.420	183.337	38.882	1.74750	44.845	155.029	22.799	8.94428
37.420	185.224	40.665	1.72147	44.845	156.916	23.488	8.08155
37.420	187.111	42.457	1.70487	44.845	158.804	24.299	7.28177
39.277	151.255	15.567	-112.00000	44.845	160.691	25.219	6.38924
39.277	153.142	22.942	5.14357	44.845	162.578	26.239	5.96850
39.277	155.029	24.644	4.64912	44.845	164.465	27.348	5.89943
39.277	156.916	26.392	4.31682	44.845	166.352	28.536	5.27488
39.277	158.804	28.165	4.03959	44.845	168.239	29.794	4.81627
39.277	160.691	27.091	3.78189	44.845	170.127	31.114	4.44068
39.277	162.578	21.763	3.45623	44.845	172.014	32.543	-1000.00000
39.277	164.465	23.176	3.11129	44.845	173.901	34.031	-1000.00000
39.277	166.352	24.652	2.86152	44.845	175.788	35.558	-1000.00000
39.277	168.239	26.181	2.67474	44.845	177.675	37.117	-1000.00000
39.277	170.127	27.754	2.53339	44.845	179.562	38.706	-1000.00000
39.277	172.014	29.364	2.41029	44.845	181.450	40.320	-1000.00000
39.277	173.901	31.005	2.30508	44.845	183.337	41.957	-1000.00000
39.277	175.788	32.673	2.21283	44.845	185.224	43.615	-1000.00000
39.277	177.675	34.364	2.12977	44.845	187.111	45.290	-1000.00000
39.277	179.562	36.074	2.05740	46.701	151.255	22.771	-1000.00000
39.277	181.450	37.801	1.99178	46.701	153.142	23.222	-1000.00000
39.277	183.337	39.543	1.94124	46.701	155.029	23.814	-1000.00000
39.277	185.224	41.297	1.89024	46.701	156.916	24.538	-1000.00000
39.277	187.111	43.063	1.85238	46.701	158.804	25.381	-1000.00000
41.133	151.255	17.351	-112.00000	46.701	160.691	26.333	-1000.00000
41.133	153.142	22.590	6.11123	46.701	162.578	27.382	-1000.00000
41.133	155.029	24.690	5.33892	46.701	164.465	28.518	-1000.00000
41.133	156.916	26.801	4.80328	46.701	166.352	29.730	-1000.00000
41.133	158.804	27.524	4.53426	46.701	168.239	31.010	-1000.00000
41.133	160.691	27.042	4.21767	46.701	170.127	32.349	-1000.00000
41.133	162.578	29.267	3.92127	46.701	172.014	33.740	-1000.00000
41.133	164.465	30.271	3.72600	46.701	173.901	35.178	-1000.00000
41.133	166.352	25.815	3.51194	46.701	175.788	36.657	-1000.00000
41.133	168.239	27.279	3.24257	46.701	177.675	38.171	-1000.00000
41.133	170.127	28.792	3.03823	46.701	179.562	39.718	-1000.00000
41.133	172.014	30.347	2.86531	46.701	181.450	41.293	-1000.00000
41.133	173.901	31.938	2.71892	46.701	183.337	42.893	-1000.00000
41.133	175.788	33.560	2.58702	46.701	185.224	44.516	-1000.00000
41.133	177.675	35.208	2.47273	46.701	187.111	46.158	-1000.00000
41.133	179.562	36.879	2.37091	48.557	151.255	24.592	-1000.00000
41.133	181.450	38.570	2.27760	48.557	153.142	25.010	-1000.00000
41.133	183.337	40.278	2.19603	48.557	155.029	25.561	-1000.00000
41.133	185.224	42.002	2.12947	48.557	156.916	26.237	-1000.00000
41.133	187.111	43.739	2.06345	48.557	158.804	27.027	-1000.00000
42.989	151.255	19.148	-112.00000	48.557	160.691	27.923	-1000.00000
42.989	153.142	19.682	-112.00000	48.557	162.578	28.915	-1000.00000
42.989	155.029	24.489	6.39896	48.557	164.465	29.992	-1000.00000
42.989	156.916	25.137	5.87336	48.557	166.352	31.147	-1000.00000
42.989	158.804	25.901	5.47753	48.557	168.239	32.371	-1000.00000
42.989	160.691	26.771	4.84819	48.557	170.127	33.656	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0501\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

48.557	172.014	34.995 -1000.00000	54.125	181.450	45.733 -1000.00000
48.557	173.901	36.384 -1000.00000	54.125	183.337	47.183 -1000.00000
48.557	175.788	37.815 -1000.00000	54.125	185.224	48.663 -1000.00000
48.557	177.675	39.285 -1000.00000	54.125	187.111	50.170 -1000.00000
48.557	179.562	40.790 -1000.00000	55.981	151.255	31.918 -1000.00000
48.557	181.450	42.325 -1000.00000	55.981	153.142	32.241 -1000.00000
48.557	183.337	43.887 -1000.00000	55.981	155.029	32.670 -1000.00000
48.557	185.224	45.474 -1000.00000	55.981	156.916	33.202 -1000.00000
48.557	187.111	47.083 -1000.00000	55.981	158.804	33.830 -1000.00000
50.413	151.255	26.418 -1000.00000	55.981	160.691	34.550 -1000.00000
50.413	153.142	26.808 -1000.00000	55.981	162.578	35.356 -1000.00000
50.413	155.029	27.323 -1000.00000	55.981	164.465	36.243 -1000.00000
50.413	156.916	27.956 -1000.00000	55.981	166.352	37.204 -1000.00000
50.413	158.804	28.699 -1000.00000	55.981	168.239	38.234 -1000.00000
50.413	160.691	29.544 -1000.00000	55.981	170.127	39.328 -1000.00000
50.413	162.578	30.483 -1000.00000	55.981	172.014	40.480 -1000.00000
50.413	164.465	31.507 -1000.00000	55.981	173.901	41.686 -1000.00000
50.413	166.352	32.608 -1000.00000	55.981	175.788	42.941 -1000.00000
50.413	168.239	33.779 -1000.00000	55.981	177.675	44.241 -1000.00000
50.413	170.127	35.012 -1000.00000	55.981	179.562	45.582 -1000.00000
50.413	172.014	36.302 -1000.00000	55.981	181.450	46.961 -1000.00000
50.413	173.901	37.642 -1000.00000	55.981	183.337	48.374 -1000.00000
50.413	175.788	39.028 -1000.00000	55.981	185.224	49.818 -1000.00000
50.413	177.675	40.453 -1000.00000	55.981	187.111	51.292 -1000.00000
50.413	179.562	41.916 -1000.00000	57.838	151.255	33.756 -1000.00000
50.413	181.450	43.411 -1000.00000	57.838	153.142	34.062 -1000.00000
50.413	183.337	44.936 -1000.00000	57.838	155.029	34.468 -1000.00000
50.413	185.224	46.487 -1000.00000	57.838	156.916	34.972 -1000.00000
50.413	187.111	48.063 -1000.00000	57.838	158.804	35.569 -1000.00000
52.269	151.255	28.249 -1000.00000	57.838	160.691	36.255 -1000.00000
52.269	153.142	28.613 -1000.00000	57.838	162.578	37.024 -1000.00000
52.269	155.029	29.096 -1000.00000	57.838	164.465	37.871 -1000.00000
52.269	156.916	29.691 -1000.00000	57.838	166.352	38.792 -1000.00000
52.269	158.804	30.392 -1000.00000	57.838	168.239	39.781 -1000.00000
52.269	160.691	31.192 -1000.00000	57.838	170.127	40.834 -1000.00000
52.269	162.578	32.082 -1000.00000	57.838	172.014	41.945 -1000.00000
52.269	164.465	33.057 -1000.00000	57.838	173.901	43.110 -1000.00000
52.269	166.352	34.108 -1000.00000	57.838	175.788	44.325 -1000.00000
52.269	168.239	35.229 -1000.00000	57.838	177.675	45.585 -1000.00000
52.269	170.127	36.413 -1000.00000	57.838	179.562	46.888 -1000.00000
52.269	172.014	37.655 -1000.00000	57.838	181.450	48.229 -1000.00000
52.269	173.901	38.948 -1000.00000	57.838	183.337	49.606 -1000.00000
52.269	175.788	40.289 -1000.00000	57.838	185.224	51.016 -1000.00000
52.269	177.675	41.672 -1000.00000	57.838	187.111	52.455 -1000.00000
52.269	179.562	43.093 -1000.00000	59.694	151.255	35.596 -1000.00000
52.269	181.450	44.549 -1000.00000	59.694	153.142	35.886 -1000.00000
52.269	183.337	46.036 -1000.00000	59.694	155.029	36.272 -1000.00000
52.269	185.224	47.551 -1000.00000	59.694	156.916	36.751 -1000.00000
52.269	187.111	49.092 -1000.00000	59.694	158.804	37.320 -1000.00000
54.125	151.255	30.082 -1000.00000	59.694	160.691	37.974 -1000.00000
54.125	153.142	30.425 -1000.00000	59.694	162.578	38.709 -1000.00000
54.125	155.029	30.879 -1000.00000	59.694	164.465	39.520 -1000.00000
54.125	156.916	31.441 -1000.00000	59.694	166.352	40.404 -1000.00000
54.125	158.804	32.103 -1000.00000	59.694	168.239	41.354 -1000.00000
54.125	160.691	32.861 -1000.00000	59.694	170.127	42.368 -1000.00000
54.125	162.578	33.708 -1000.00000	59.694	172.014	43.439 -1000.00000
54.125	164.465	34.637 -1000.00000	59.694	173.901	44.565 -1000.00000
54.125	166.352	35.641 -1000.00000	59.694	175.788	45.742 -1000.00000
54.125	168.239	36.715 -1000.00000	59.694	177.675	46.964 -1000.00000
54.125	170.127	37.853 -1000.00000	59.694	179.562	48.230 -1000.00000
54.125	172.014	39.049 -1000.00000	59.694	181.450	49.535 -1000.00000
54.125	173.901	40.298 -1000.00000	59.694	183.337	50.876 -1000.00000
54.125	175.788	41.595 -1000.00000	59.694	185.224	52.251 -1000.00000
54.125	177.675	42.936 -1000.00000	59.694	187.111	53.658 -1000.00000
54.125	179.562	44.316 -1000.00000	61.550	151.255	37.438 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

61.550	153.142	37.714 -1000.00000	65.262	153.142	41.376 -1000.00000
61.550	155.029	38.081 -1000.00000	65.262	155.029	41.712 -1000.00000
61.550	156.916	38.538 -1000.00000	65.262	156.916	42.129 -1000.00000
61.550	158.804	39.080 -1000.00000	65.262	158.804	42.626 -1000.00000
61.550	160.691	39.705 -1000.00000	65.262	160.691	43.199 -1000.00000
61.550	162.578	40.409 -1000.00000	65.262	162.578	43.847 -1000.00000
61.550	164.465	41.187 -1000.00000	65.262	164.465	44.565 -1000.00000
61.550	166.352	42.035 -1000.00000	65.262	166.352	45.350 -1000.00000
61.550	168.239	42.950 -1000.00000	65.262	168.239	46.199 -1000.00000
61.550	170.127	43.926 -1000.00000	65.262	170.127	47.108 -1000.00000
61.550	172.014	44.961 -1000.00000	65.262	172.014	48.074 -1000.00000
61.550	173.901	46.050 -1000.00000	65.262	173.901	49.094 -1000.00000
61.550	175.788	47.189 -1000.00000	65.262	175.788	50.164 -1000.00000
61.550	177.675	48.375 -1000.00000	65.262	177.675	51.282 -1000.00000
61.550	179.562	49.604 -1000.00000	65.262	179.562	52.443 -1000.00000
61.550	181.450	50.874 -1000.00000	65.262	181.450	53.646 -1000.00000
61.550	183.337	52.181 -1000.00000	65.262	183.337	54.887 -1000.00000
61.550	185.224	53.523 -1000.00000	65.262	185.224	56.164 -1000.00000
61.550	187.111	54.897 -1000.00000	65.262	187.111	57.475 -1000.00000
63.406	151.255	39.281 -1000.00000	67.118	151.255	42.970 -1000.00000
63.406	153.142	39.544 -1000.00000	67.118	153.142	43.211 -1000.00000
63.406	155.029	39.895 -1000.00000	67.118	155.029	43.532 -1000.00000
63.406	156.916	40.331 -1000.00000	67.118	156.916	43.932 -1000.00000
63.406	158.804	40.849 -1000.00000	67.118	158.804	44.409 -1000.00000
63.406	160.691	41.448 -1000.00000	67.118	160.691	44.959 -1000.00000
63.406	162.578	42.122 -1000.00000	67.118	162.578	45.582 -1000.00000
63.406	164.465	42.869 -1000.00000	67.118	164.465	46.273 -1000.00000
63.406	166.352	43.685 -1000.00000	67.118	166.352	47.030 -1000.00000
63.406	168.239	44.565 -1000.00000	67.118	168.239	47.849 -1000.00000
63.406	170.127	45.507 -1000.00000	67.118	170.127	48.727 -1000.00000
63.406	172.014	46.507 -1000.00000	67.118	172.014	49.662 -1000.00000
63.406	173.901	47.560 -1000.00000	67.118	173.901	50.650 -1000.00000
63.406	175.788	48.664 -1000.00000	67.118	175.788	51.688 -1000.00000
63.406	177.675	49.815 -1000.00000	67.118	177.675	52.773 -1000.00000
63.406	179.562	51.010 -1000.00000	67.118	179.562	53.902 -1000.00000
63.406	181.450	52.245 -1000.00000	67.118	181.450	55.073 -1000.00000
63.406	183.337	53.519 -1000.00000	67.118	183.337	56.282 -1000.00000
63.406	185.224	54.828 -1000.00000	67.118	185.224	57.529 -1000.00000
63.406	187.111	56.170 -1000.00000	67.118	187.111	58.809 -1000.00000
65.262	151.255	41.125 -1000.00000			

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 14.4 Muro di sottoscampa – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno sv. Annunziata rampa 1 0+404  
 0+505-sott-sismica.sli

#### Project Settings

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

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
 Janbu simplified  
 Ordinary/Fellenius  
 Spencer

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

#### Surface Options

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

#### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.135  
 Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.068  
 1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal  
 to boundary, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

#### Material Properties

##### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 32 degrees  
 Water Surface: None

##### Material: c.a.

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

##### Material: dep all recenti

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

##### Material: SPierNiceto arg

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 20 kPa  
 Friction Angle: 18 degrees  
 Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-12.587	137.024
67.413	137.024

##### Material Boundary

27.500	154.124
26.788	148.024
24.300	148.024
24.300	146.524
31.300	146.524
31.300	148.024

##### Material Boundary

-12.587	148.024
24.300	148.024

##### External Boundary

6.000	164.124
4.700	164.124
-4.700	164.124
-6.000	164.124
-12.587	159.894
-12.587	148.024
-12.587	137.024
-12.587	129.894
67.413	129.894
67.413	137.024
67.413	148.024
31.300	148.024
27.800	148.024
27.800	154.124
27.500	154.124
25.500	154.124
16.750	159.124
14.750	159.124

##### Focus/Block Search Line

24.390	129.900
24.390	146.703

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

Search Grid

28.140	151.255
67.118	151.255
67.118	187.111
28.140	187.111

Distributed Load

4.688	164.124
-4.700	164.124
-4.744	164.124

## 14.5 Muro di sottoscarpa – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

Raw Data for Minimum Circle Results

Center\_x Center\_y Radius Factor\_of\_Safety

28.140	151.255	5.898	1.89137	31.852	168.239	22.793	1.19565
28.140	153.142	7.452	1.60309	31.852	170.127	24.583	1.18021
28.140	155.029	9.132	1.45192	31.852	172.014	26.388	1.16683
28.140	156.916	10.880	1.36243	31.852	173.901	28.203	1.15585
28.140	158.804	12.668	1.31351	31.852	175.788	30.027	1.14939
28.140	160.691	14.482	1.29370	31.852	177.675	31.858	1.14730
28.140	162.578	16.312	1.28285	31.852	179.562	33.696	1.14940
28.140	164.465	18.154	1.27234	31.852	181.450	35.539	1.15462
28.140	166.352	20.004	1.26380	31.852	183.337	37.386	1.16236
28.140	168.239	21.860	1.25596	31.852	185.224	39.237	1.17196
28.140	170.127	23.722	1.24955	31.852	187.111	41.091	1.18295
28.140	172.014	27.149	1.23609	33.708	151.255	10.371	3.03917
28.140	173.901	28.894	1.22513	33.708	153.142	11.327	2.49223
28.140	175.788	30.647	1.21943	33.708	155.029	12.496	2.08656
28.140	177.675	32.409	1.21801	33.708	156.916	13.826	1.82062
28.140	179.562	34.179	1.21942	33.708	158.804	15.273	1.63111
28.140	181.450	35.956	1.22321	33.708	160.691	16.807	1.49920
28.140	183.337	37.741	1.22886	33.708	162.578	18.408	1.40648
28.140	185.224	39.531	1.23653	33.708	164.465	20.058	1.34843
28.140	187.111	41.328	1.24621	33.708	166.352	21.747	1.30563
29.996	151.255	7.222	2.01087	33.708	168.239	23.466	1.27262
29.996	153.142	8.538	1.65775	33.708	170.127	25.209	1.24405
29.996	155.029	10.038	1.47422	33.708	172.014	26.972	1.22149
29.996	156.916	11.651	1.35973	33.708	173.901	28.750	1.20201
29.996	158.804	13.336	1.28547	33.708	175.788	30.541	1.18524
29.996	160.691	15.069	1.23824	33.708	177.675	32.344	1.17388
29.996	162.578	16.836	1.21710	33.708	179.562	34.155	1.16667
29.996	164.465	18.626	1.20248	33.708	181.450	35.974	1.16431
29.996	166.352	20.433	1.19015	33.708	183.337	37.800	1.16566
29.996	168.239	22.254	1.17778	33.708	185.224	39.632	1.16984
29.996	170.127	24.085	1.16789	33.708	187.111	41.468	1.17595
29.996	172.014	25.924	1.16031	35.564	151.255	12.066	3.69807
29.996	173.901	27.770	1.15635	35.564	153.142	12.897	3.04593
29.996	175.788	29.620	1.15681	35.564	155.029	13.935	2.54230
29.996	177.675	31.475	1.16159	35.564	156.916	15.139	2.20019
29.996	179.562	33.334	1.16948	35.564	158.804	16.471	1.95615
29.996	181.450	35.196	1.17970	35.564	160.691	17.903	1.76751
29.996	183.337	37.060	1.19161	35.564	162.578	19.413	1.62780
29.996	185.224	38.927	1.20476	35.564	164.465	20.985	1.52980
29.996	187.111	40.795	1.21879	35.564	166.352	22.604	1.45968
31.852	151.255	8.741	2.45069	35.564	168.239	24.263	1.40641
31.852	153.142	9.856	1.98593	35.564	170.127	25.952	1.36058
31.852	155.029	11.181	1.70155	35.564	172.014	27.668	1.32415
31.852	156.916	12.649	1.52463	35.564	173.901	29.404	1.29238
31.852	158.804	14.217	1.40324	35.564	175.788	31.158	1.26469
31.852	160.691	15.854	1.31587	35.564	177.675	32.926	1.24071
31.852	162.578	17.541	1.26659	35.564	179.562	34.707	1.22268
31.852	164.465	19.266	1.23783	35.564	181.450	36.499	1.20937
31.852	166.352	21.018	1.21499	35.564	183.337	38.300	1.20148
				35.564	185.224	40.109	1.19779
				35.564	187.111	41.925	1.19713
				37.420	151.255	13.803	4.37323

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0501\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

37.420	153.142	18.168	3.24278	42.989	162.578	27.738	2.63664
37.420	155.029	21.885	2.81318	42.989	164.465	28.792	2.53307
37.420	156.916	25.964	2.57783	42.989	166.352	29.926	2.46385
37.420	158.804	17.783	2.33568	42.989	168.239	28.723	2.38567
37.420	160.691	19.117	2.10365	42.989	170.127	30.158	2.24986
37.420	162.578	20.538	1.91613	42.989	172.014	31.638	2.13736
37.420	164.465	22.029	1.77154	42.989	173.901	33.159	2.03693
37.420	166.352	23.577	1.66851	42.989	175.788	34.716	1.94906
37.420	168.239	25.172	1.59132	42.989	177.675	36.304	1.87289
37.420	170.127	26.804	1.52667	42.989	179.562	37.920	1.80173
37.420	172.014	28.468	1.47259	42.989	181.450	39.559	1.73837
37.420	173.901	30.158	1.42552	42.989	183.337	41.220	1.68069
37.420	175.788	31.871	1.38464	42.989	185.224	42.899	1.62730
37.420	177.675	33.602	1.34834	42.989	187.111	44.707	1.58220
37.420	179.562	35.349	1.31666	44.845	151.255	20.955	-112.00000
37.420	181.450	37.109	1.29191	44.845	153.142	22.240	4.33555
37.420	183.337	38.882	1.27168	44.845	155.029	22.799	3.99480
37.420	185.224	40.665	1.25725	44.845	156.916	23.488	3.70841
37.420	187.111	42.457	1.24790	44.845	158.804	24.299	3.46382
39.277	151.255	15.567	-112.00000	44.845	160.691	25.219	3.21534
39.277	153.142	18.460	3.55297	44.845	162.578	26.239	3.09579
39.277	155.029	22.476	3.00989	44.845	164.465	27.271	3.14084
39.277	156.916	26.392	2.71885	44.845	166.352	28.536	2.90015
39.277	158.804	28.165	2.55135	44.845	168.239	29.794	2.71237
39.277	160.691	29.947	2.41590	44.845	170.127	31.114	2.55376
39.277	162.578	21.763	2.25589	44.845	172.014	32.543	-1000.00000
39.277	164.465	23.176	2.07017	44.845	173.901	34.031	-1000.00000
39.277	166.352	24.652	1.93007	44.845	175.788	35.558	-1000.00000
39.277	168.239	26.181	1.82128	44.845	177.675	37.117	-1000.00000
39.277	170.127	27.754	1.73626	44.845	179.562	38.706	-1000.00000
39.277	172.014	29.364	1.66250	44.845	181.450	40.320	-1000.00000
39.277	173.901	31.005	1.59901	44.845	183.337	41.957	-1000.00000
39.277	175.788	32.673	1.54320	44.845	185.224	43.615	-1000.00000
39.277	177.675	34.364	1.49305	44.845	187.111	45.290	-1000.00000
39.277	179.562	36.074	1.44897	46.701	151.255	22.771	-1000.00000
39.277	181.450	37.801	1.40897	46.701	153.142	23.222	-1000.00000
39.277	183.337	39.543	1.37715	46.701	155.029	23.814	-1000.00000
39.277	185.224	41.297	1.35026	46.701	156.916	24.538	-1000.00000
39.277	187.111	43.063	1.32982	46.701	158.804	25.381	-1000.00000
41.133	151.255	17.351	-112.00000	46.701	160.691	26.333	-1000.00000
41.133	153.142	19.489	3.83829	46.701	162.578	27.382	-1000.00000
41.133	155.029	23.941	3.18170	46.701	164.465	28.518	-1000.00000
41.133	156.916	26.801	2.87705	46.701	166.352	29.730	-1000.00000
41.133	158.804	27.524	2.72144	46.701	168.239	31.010	-1000.00000
41.133	160.691	27.042	2.58407	46.701	170.127	32.349	-1000.00000
41.133	162.578	29.267	2.42699	46.701	172.014	33.740	-1000.00000
41.133	164.465	30.271	2.33091	46.701	173.901	35.178	-1000.00000
41.133	166.352	25.815	2.23138	46.701	175.788	36.657	-1000.00000
41.133	168.239	27.279	2.09180	46.701	177.675	38.171	-1000.00000
41.133	170.127	28.792	1.98203	46.701	179.562	39.718	-1000.00000
41.133	172.014	30.347	1.88803	46.701	181.450	41.293	-1000.00000
41.133	173.901	31.938	1.80744	46.701	183.337	42.893	-1000.00000
41.133	175.788	33.560	1.73483	46.701	185.224	44.516	-1000.00000
41.133	177.675	35.208	1.67115	46.701	187.111	46.158	-1000.00000
41.133	179.562	36.879	1.61402	48.557	151.255	24.592	-1000.00000
41.133	181.450	38.570	1.56151	48.557	153.142	25.010	-1000.00000
41.133	183.337	40.278	1.51500	48.557	155.029	25.561	-1000.00000
41.133	185.224	42.002	1.47610	48.557	156.916	26.237	-1000.00000
41.133	187.111	43.739	1.44206	48.557	158.804	27.027	-1000.00000
42.989	151.255	19.148	-112.00000	48.557	160.691	27.923	-1000.00000
42.989	153.142	21.394	4.02177	48.557	162.578	28.915	-1000.00000
42.989	155.029	24.489	3.44076	48.557	164.465	29.992	-1000.00000
42.989	156.916	25.137	3.20667	48.557	166.352	31.147	-1000.00000
42.989	158.804	25.901	3.02121	48.557	168.239	32.371	-1000.00000
42.989	160.691	26.771	2.78264	48.557	170.127	33.656	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0501\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

48.557	172.014	34.995 -1000.00000	54.125	181.450	45.733 -1000.00000
48.557	173.901	36.384 -1000.00000	54.125	183.337	47.183 -1000.00000
48.557	175.788	37.815 -1000.00000	54.125	185.224	48.663 -1000.00000
48.557	177.675	39.285 -1000.00000	54.125	187.111	50.170 -1000.00000
48.557	179.562	40.790 -1000.00000	55.981	151.255	31.918 -1000.00000
48.557	181.450	42.325 -1000.00000	55.981	153.142	32.241 -1000.00000
48.557	183.337	43.887 -1000.00000	55.981	155.029	32.670 -1000.00000
48.557	185.224	45.474 -1000.00000	55.981	156.916	33.202 -1000.00000
48.557	187.111	47.083 -1000.00000	55.981	158.804	33.830 -1000.00000
50.413	151.255	26.418 -1000.00000	55.981	160.691	34.550 -1000.00000
50.413	153.142	26.808 -1000.00000	55.981	162.578	35.356 -1000.00000
50.413	155.029	27.323 -1000.00000	55.981	164.465	36.243 -1000.00000
50.413	156.916	27.956 -1000.00000	55.981	166.352	37.204 -1000.00000
50.413	158.804	28.699 -1000.00000	55.981	168.239	38.234 -1000.00000
50.413	160.691	29.544 -1000.00000	55.981	170.127	39.328 -1000.00000
50.413	162.578	30.483 -1000.00000	55.981	172.014	40.480 -1000.00000
50.413	164.465	31.507 -1000.00000	55.981	173.901	41.686 -1000.00000
50.413	166.352	32.608 -1000.00000	55.981	175.788	42.941 -1000.00000
50.413	168.239	33.779 -1000.00000	55.981	177.675	44.241 -1000.00000
50.413	170.127	35.012 -1000.00000	55.981	179.562	45.582 -1000.00000
50.413	172.014	36.302 -1000.00000	55.981	181.450	46.961 -1000.00000
50.413	173.901	37.642 -1000.00000	55.981	183.337	48.374 -1000.00000
50.413	175.788	39.028 -1000.00000	55.981	185.224	49.818 -1000.00000
50.413	177.675	40.453 -1000.00000	55.981	187.111	51.292 -1000.00000
50.413	179.562	41.916 -1000.00000	57.838	151.255	33.756 -1000.00000
50.413	181.450	43.411 -1000.00000	57.838	153.142	34.062 -1000.00000
50.413	183.337	44.936 -1000.00000	57.838	155.029	34.468 -1000.00000
50.413	185.224	46.487 -1000.00000	57.838	156.916	34.972 -1000.00000
50.413	187.111	48.063 -1000.00000	57.838	158.804	35.569 -1000.00000
52.269	151.255	28.249 -1000.00000	57.838	160.691	36.255 -1000.00000
52.269	153.142	28.613 -1000.00000	57.838	162.578	37.024 -1000.00000
52.269	155.029	29.096 -1000.00000	57.838	164.465	37.871 -1000.00000
52.269	156.916	29.691 -1000.00000	57.838	166.352	38.792 -1000.00000
52.269	158.804	30.392 -1000.00000	57.838	168.239	39.781 -1000.00000
52.269	160.691	31.192 -1000.00000	57.838	170.127	40.834 -1000.00000
52.269	162.578	32.082 -1000.00000	57.838	172.014	41.945 -1000.00000
52.269	164.465	33.057 -1000.00000	57.838	173.901	43.110 -1000.00000
52.269	166.352	34.108 -1000.00000	57.838	175.788	44.325 -1000.00000
52.269	168.239	35.229 -1000.00000	57.838	177.675	45.585 -1000.00000
52.269	170.127	36.413 -1000.00000	57.838	179.562	46.888 -1000.00000
52.269	172.014	37.655 -1000.00000	57.838	181.450	48.229 -1000.00000
52.269	173.901	38.948 -1000.00000	57.838	183.337	49.606 -1000.00000
52.269	175.788	40.289 -1000.00000	57.838	185.224	51.016 -1000.00000
52.269	177.675	41.672 -1000.00000	57.838	187.111	52.455 -1000.00000
52.269	179.562	43.093 -1000.00000	59.694	151.255	35.596 -1000.00000
52.269	181.450	44.549 -1000.00000	59.694	153.142	35.886 -1000.00000
52.269	183.337	46.036 -1000.00000	59.694	155.029	36.272 -1000.00000
52.269	185.224	47.551 -1000.00000	59.694	156.916	36.751 -1000.00000
52.269	187.111	49.092 -1000.00000	59.694	158.804	37.320 -1000.00000
54.125	151.255	30.082 -1000.00000	59.694	160.691	37.974 -1000.00000
54.125	153.142	30.425 -1000.00000	59.694	162.578	38.709 -1000.00000
54.125	155.029	30.879 -1000.00000	59.694	164.465	39.520 -1000.00000
54.125	156.916	31.441 -1000.00000	59.694	166.352	40.404 -1000.00000
54.125	158.804	32.103 -1000.00000	59.694	168.239	41.354 -1000.00000
54.125	160.691	32.861 -1000.00000	59.694	170.127	42.368 -1000.00000
54.125	162.578	33.708 -1000.00000	59.694	172.014	43.439 -1000.00000
54.125	164.465	34.637 -1000.00000	59.694	173.901	44.565 -1000.00000
54.125	166.352	35.641 -1000.00000	59.694	175.788	45.742 -1000.00000
54.125	168.239	36.715 -1000.00000	59.694	177.675	46.964 -1000.00000
54.125	170.127	37.853 -1000.00000	59.694	179.562	48.230 -1000.00000
54.125	172.014	39.049 -1000.00000	59.694	181.450	49.535 -1000.00000
54.125	173.901	40.298 -1000.00000	59.694	183.337	50.876 -1000.00000
54.125	175.788	41.595 -1000.00000	59.694	185.224	52.251 -1000.00000
54.125	177.675	42.936 -1000.00000	59.694	187.111	53.658 -1000.00000
54.125	179.562	44.316 -1000.00000	61.550	151.255	37.438 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

61.550	153.142	37.714 -1000.00000	65.262	153.142	41.376 -1000.00000
61.550	155.029	38.081 -1000.00000	65.262	155.029	41.712 -1000.00000
61.550	156.916	38.538 -1000.00000	65.262	156.916	42.129 -1000.00000
61.550	158.804	39.080 -1000.00000	65.262	158.804	42.626 -1000.00000
61.550	160.691	39.705 -1000.00000	65.262	160.691	43.199 -1000.00000
61.550	162.578	40.409 -1000.00000	65.262	162.578	43.847 -1000.00000
61.550	164.465	41.187 -1000.00000	65.262	164.465	44.565 -1000.00000
61.550	166.352	42.035 -1000.00000	65.262	166.352	45.350 -1000.00000
61.550	168.239	42.950 -1000.00000	65.262	168.239	46.199 -1000.00000
61.550	170.127	43.926 -1000.00000	65.262	170.127	47.108 -1000.00000
61.550	172.014	44.961 -1000.00000	65.262	172.014	48.074 -1000.00000
61.550	173.901	46.050 -1000.00000	65.262	173.901	49.094 -1000.00000
61.550	175.788	47.189 -1000.00000	65.262	175.788	50.164 -1000.00000
61.550	177.675	48.375 -1000.00000	65.262	177.675	51.282 -1000.00000
61.550	179.562	49.604 -1000.00000	65.262	179.562	52.443 -1000.00000
61.550	181.450	50.874 -1000.00000	65.262	181.450	53.646 -1000.00000
61.550	183.337	52.181 -1000.00000	65.262	183.337	54.887 -1000.00000
61.550	185.224	53.523 -1000.00000	65.262	185.224	56.164 -1000.00000
61.550	187.111	54.897 -1000.00000	65.262	187.111	57.475 -1000.00000
63.406	151.255	39.281 -1000.00000	67.118	151.255	42.970 -1000.00000
63.406	153.142	39.544 -1000.00000	67.118	153.142	43.211 -1000.00000
63.406	155.029	39.895 -1000.00000	67.118	155.029	43.532 -1000.00000
63.406	156.916	40.331 -1000.00000	67.118	156.916	43.932 -1000.00000
63.406	158.804	40.849 -1000.00000	67.118	158.804	44.409 -1000.00000
63.406	160.691	41.448 -1000.00000	67.118	160.691	44.959 -1000.00000
63.406	162.578	42.122 -1000.00000	67.118	162.578	45.582 -1000.00000
63.406	164.465	42.869 -1000.00000	67.118	164.465	46.273 -1000.00000
63.406	166.352	43.685 -1000.00000	67.118	166.352	47.030 -1000.00000
63.406	168.239	44.565 -1000.00000	67.118	168.239	47.849 -1000.00000
63.406	170.127	45.507 -1000.00000	67.118	170.127	48.727 -1000.00000
63.406	172.014	46.507 -1000.00000	67.118	172.014	49.662 -1000.00000
63.406	173.901	47.560 -1000.00000	67.118	173.901	50.650 -1000.00000
63.406	175.788	48.664 -1000.00000	67.118	175.788	51.688 -1000.00000
63.406	177.675	49.815 -1000.00000	67.118	177.675	52.773 -1000.00000
63.406	179.562	51.010 -1000.00000	67.118	179.562	53.902 -1000.00000
63.406	181.450	52.245 -1000.00000	67.118	181.450	55.073 -1000.00000
63.406	183.337	53.519 -1000.00000	67.118	183.337	56.282 -1000.00000
63.406	185.224	54.828 -1000.00000	67.118	185.224	57.529 -1000.00000
63.406	187.111	56.170 -1000.00000	67.118	187.111	58.809 -1000.00000
65.262	151.255	41.125 -1000.00000			

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>Codice documento</b> SS0501_F0.docx	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

## 14.6 Muro di sostegno – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno sv. Annunziata rampa 1 0+404  
0+505-sost-statica.sli

#### Project Settings

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

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
Janbu simplified  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

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

#### Surface Options

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

#### Loading

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

#### Material Properties

##### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

##### Material: c.a.

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

##### Material: dep all recenti

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

##### Material: SPierNiceto arg

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 20 kPa  
Friction Angle: 18 degrees  
Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-41.101	-12.374
-39.370	-12.475
-35.293	-12.511
-13.176	-12.697
-11.179	-12.699
16.379	-13.011
19.292	-13.697
23.003	-14.695
24.908	-15.004
27.555	-15.042
28.099	-14.896

##### Material Boundary

20.333	-2.766
20.656	0.000

##### Material Boundary

21.297	-0.538
21.297	-2.766

##### Material Boundary

-0.500	12.927
-0.500	10.927

##### Material Boundary

-0.500	10.927
-1.593	0.000
-7.000	0.000
-7.000	-0.007
-7.000	-2.000
3.000	-2.000
3.000	-0.000

##### Material Boundary

21.297	-2.766
23.047	-2.766
23.047	-3.766

##### Material Boundary



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 14.7 Muro di sostegno – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
0.553	5.936	10.594	1.92731	4.566	38.590	42.216	2.32311
0.553	7.857	12.046	1.84796	4.566	40.511	44.052	2.36822
0.553	9.778	13.615	1.81916	4.566	42.432	45.894	2.41701
0.553	11.699	15.264	1.82994	4.566	44.353	47.742	2.46341
0.553	13.619	16.971	1.86500	6.572	5.936	21.623	2.88481
0.553	15.540	18.719	1.92230	6.572	7.857	16.438	2.50406
0.553	17.461	20.498	1.98963	6.572	9.778	17.620	2.26515
0.553	19.382	22.301	2.05856	6.572	11.699	18.924	2.11544
0.553	21.303	24.122	2.12650	6.572	13.619	20.326	2.01856
0.553	23.224	25.957	2.19410	6.572	15.540	21.807	1.96327
0.553	25.145	27.804	2.26196	6.572	17.461	23.352	1.94243
0.553	27.065	30.537	2.31476	6.572	19.382	24.949	1.94805
0.553	28.986	32.360	2.36531	6.572	21.303	26.589	1.96317
0.553	30.907	34.192	2.41402	6.572	23.224	28.265	1.98613
0.553	32.828	36.033	2.46438	6.572	25.145	29.970	2.01577
0.553	34.749	37.881	2.51433	6.572	27.065	31.700	2.04642
0.553	36.670	39.735	2.55776	6.572	28.986	33.450	2.08180
0.553	38.590	41.594	2.59357	6.572	30.907	35.503	2.11737
0.553	40.511	43.459	2.63007	6.572	32.828	37.273	2.15299
0.553	42.432	45.327	2.66683	6.572	34.749	39.056	2.19016
0.553	44.353	47.200	2.70394	6.572	36.670	40.852	2.22679
2.559	5.936	12.078	1.98205	6.572	38.590	42.659	2.26584
2.559	7.857	13.370	1.85396	6.572	40.511	44.699	2.30073
2.559	9.778	14.799	1.78208	6.572	42.432	46.514	2.33683
2.559	11.699	16.330	1.76578	6.572	44.353	48.337	2.37322
2.559	13.619	17.935	1.76255	8.579	5.936	19.853	2.93200
2.559	15.540	19.598	1.79576	8.579	7.857	18.635	2.73385
2.559	17.461	21.303	1.84405	8.579	9.778	19.686	2.48242
2.559	19.382	23.043	1.89805	8.579	11.699	20.853	2.33865
2.559	21.303	24.810	1.95351	8.579	13.619	21.701	2.20055
2.559	23.224	26.598	2.01136	8.579	15.540	23.094	2.11183
2.559	25.145	28.403	2.07261	8.579	17.461	24.558	2.07076
2.559	27.065	30.222	2.13362	8.579	19.382	26.082	2.05570
2.559	28.986	32.715	2.19469	8.579	21.303	27.655	2.05771
2.559	30.907	34.525	2.24225	8.579	23.224	29.270	2.06780
2.559	32.828	36.346	2.29001	8.579	25.145	30.919	2.08747
2.559	34.749	38.177	2.33480	8.579	27.065	32.970	2.10836
2.559	36.670	40.015	2.38268	8.579	28.986	34.651	2.13605
2.559	38.590	41.860	2.43022	8.579	30.907	36.356	2.16479
2.559	40.511	43.712	2.47405	8.579	32.828	37.775	2.19142
2.559	42.432	45.569	2.50957	8.579	34.749	39.537	2.21906
2.559	44.353	47.431	2.54558	8.579	36.670	41.403	2.24776
4.566	5.936	13.696	2.25823	8.579	38.590	43.272	2.27673
4.566	7.857	14.848	2.04945	8.579	40.511	45.061	2.30844
4.566	9.778	16.147	1.91965	8.579	42.432	46.938	2.33728
4.566	11.699	17.560	1.84255	8.579	44.353	48.815	2.36718
4.566	13.619	19.062	1.80483	10.586	5.936	19.000	-1000.00000
4.566	15.540	20.634	1.80338	10.586	7.857	19.847	-1000.00000
4.566	17.461	22.261	1.82529	10.586	9.778	20.836	-1000.00000
4.566	19.382	23.931	1.85758	10.586	11.699	21.950	-1000.00000
4.566	21.303	25.636	1.89473	10.586	13.619	23.169	-1000.00000
4.566	23.224	27.370	1.93993	10.586	15.540	24.479	-1000.00000
4.566	25.145	29.128	1.98788	10.586	17.461	25.864	-1000.00000
4.566	27.065	30.905	2.03876	10.586	19.382	27.315	-1000.00000
4.566	28.986	32.698	2.08914	10.586	21.303	28.821	-1000.00000
4.566	30.907	34.964	2.13944	10.586	23.224	30.374	-1000.00000
4.566	32.828	36.761	2.18577	10.586	25.145	31.967	-1000.00000
4.566	34.749	38.570	2.23187	10.586	27.065	33.594	-1000.00000
4.566	36.670	40.389	2.27767	10.586	28.986	35.250	-1000.00000
				10.586	30.907	36.933	-1000.00000
				10.586	32.828	38.637	-1000.00000
				10.586	34.749	40.361	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

10.586	36.670	42.102	-1000.00000	16.605	40.511	48.247	-1000.00000
10.586	38.590	43.858	-1000.00000	16.605	42.432	49.934	-1000.00000
10.586	40.511	45.627	-1000.00000	16.605	44.353	51.638	-1000.00000
10.586	42.432	47.408	-1000.00000	18.611	5.936	26.552	-1000.00000
10.586	44.353	49.200	-1000.00000	18.611	7.857	27.164	-1000.00000
12.592	5.936	20.855	-1000.00000	18.611	9.778	27.895	-1000.00000
12.592	7.857	21.629	-1000.00000	18.611	11.699	28.736	-1000.00000
12.592	9.778	22.540	-1000.00000	18.611	13.619	29.678	-1000.00000
12.592	11.699	23.573	-1000.00000	18.611	15.540	30.711	-1000.00000
12.592	13.619	24.713	-1000.00000	18.611	17.461	31.827	-1000.00000
12.592	15.540	25.944	-1000.00000	18.611	19.382	33.017	-1000.00000
12.592	17.461	27.256	-1000.00000	18.611	21.303	34.273	-1000.00000
12.592	19.382	28.636	-1000.00000	18.611	23.224	35.588	-1000.00000
12.592	21.303	30.076	-1000.00000	18.611	25.145	36.957	-1000.00000
12.592	23.224	31.567	-1000.00000	18.611	27.065	38.373	-1000.00000
12.592	25.145	33.102	-1000.00000	18.611	28.986	39.832	-1000.00000
12.592	27.065	34.676	-1000.00000	18.611	30.907	41.328	-1000.00000
12.592	28.986	36.284	-1000.00000	18.611	32.828	42.858	-1000.00000
12.592	30.907	37.920	-1000.00000	18.611	34.749	44.418	-1000.00000
12.592	32.828	39.582	-1000.00000	18.611	36.670	46.006	-1000.00000
12.592	34.749	41.266	-1000.00000	18.611	38.590	47.618	-1000.00000
12.592	36.670	42.971	-1000.00000	18.611	40.511	49.253	-1000.00000
12.592	38.590	44.693	-1000.00000	18.611	42.432	50.907	-1000.00000
12.592	40.511	46.430	-1000.00000	18.611	44.353	52.580	-1000.00000
12.592	42.432	48.182	-1000.00000	20.618	5.936	28.480	-1000.00000
12.592	44.353	49.945	-1000.00000	20.618	7.857	29.051	-1000.00000
14.599	5.936	22.735	-1000.00000	20.618	9.778	29.736	-1000.00000
14.599	7.857	23.447	-1000.00000	20.618	11.699	30.527	-1000.00000
14.599	9.778	24.291	-1000.00000	20.618	13.619	31.415	-1000.00000
14.599	11.699	25.252	-1000.00000	20.618	15.540	32.393	-1000.00000
14.599	13.619	26.319	-1000.00000	20.618	17.461	33.452	-1000.00000
14.599	15.540	27.479	-1000.00000	20.618	19.382	34.586	-1000.00000
14.599	17.461	28.720	-1000.00000	20.618	21.303	35.788	-1000.00000
14.599	19.382	30.033	-1000.00000	20.618	23.224	37.049	-1000.00000
14.599	21.303	31.409	-1000.00000	20.618	25.145	38.366	-1000.00000
14.599	23.224	32.840	-1000.00000	20.618	27.065	39.732	-1000.00000
14.599	25.145	34.318	-1000.00000	20.618	28.986	41.142	-1000.00000
14.599	27.065	35.839	-1000.00000	20.618	30.907	42.592	-1000.00000
14.599	28.986	37.396	-1000.00000	20.618	32.828	44.078	-1000.00000
14.599	30.907	38.986	-1000.00000	20.618	34.749	45.597	-1000.00000
14.599	32.828	40.604	-1000.00000	20.618	36.670	47.145	-1000.00000
14.599	34.749	42.248	-1000.00000	20.618	38.590	48.720	-1000.00000
14.599	36.670	43.914	-1000.00000	20.618	40.511	50.318	-1000.00000
14.599	38.590	45.600	-1000.00000	20.618	42.432	51.939	-1000.00000
14.599	40.511	47.305	-1000.00000	20.618	44.353	53.579	-1000.00000
14.599	42.432	49.025	-1000.00000	22.625	5.936	30.418	-1000.00000
14.599	44.353	50.759	-1000.00000	22.625	7.857	30.954	-1000.00000
16.605	5.936	24.636	-1000.00000	22.625	9.778	31.598	-1000.00000
16.605	7.857	25.294	-1000.00000	22.625	11.699	32.343	-1000.00000
16.605	9.778	26.078	-1000.00000	22.625	13.619	33.182	-1000.00000
16.605	11.699	26.976	-1000.00000	22.625	15.540	34.110	-1000.00000
16.605	13.619	27.977	-1000.00000	22.625	17.461	35.117	-1000.00000
16.605	15.540	29.071	-1000.00000	22.625	19.382	36.199	-1000.00000
16.605	17.461	30.247	-1000.00000	22.625	21.303	37.349	-1000.00000
16.605	19.382	31.496	-1000.00000	22.625	23.224	38.559	-1000.00000
16.605	21.303	32.811	-1000.00000	22.625	25.145	39.826	-1000.00000
16.605	23.224	34.183	-1000.00000	22.625	27.065	41.144	-1000.00000
16.605	25.145	35.606	-1000.00000	22.625	28.986	42.507	-1000.00000
16.605	27.065	37.073	-1000.00000	22.625	30.907	43.912	-1000.00000
16.605	28.986	38.581	-1000.00000	22.625	32.828	45.355	-1000.00000
16.605	30.907	40.124	-1000.00000	22.625	34.749	46.832	-1000.00000
16.605	32.828	41.698	-1000.00000	22.625	36.670	48.341	-1000.00000
16.605	34.749	43.300	-1000.00000	22.625	38.590	49.878	-1000.00000
16.605	36.670	44.927	-1000.00000	22.625	40.511	51.440	-1000.00000
16.605	38.590	46.577	-1000.00000	22.625	42.432	53.027	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

22.625	44.353	54.634 -1000.00000	30.651	7.857	38.670 -1000.00000
24.631	5.936	32.365 -1000.00000	30.651	9.778	39.187 -1000.00000
24.631	7.857	32.869 -1000.00000	30.651	11.699	39.790 -1000.00000
24.631	9.778	33.476 -1000.00000	30.651	13.619	40.476 -1000.00000
24.631	11.699	34.180 -1000.00000	30.651	15.540	41.239 -1000.00000
24.631	13.619	34.976 -1000.00000	30.651	17.461	42.077 -1000.00000
24.631	15.540	35.856 -1000.00000	30.651	19.382	42.984 -1000.00000
24.631	17.461	36.817 -1000.00000	30.651	21.303	43.956 -1000.00000
24.631	19.382	37.850 -1000.00000	30.651	23.224	44.989 -1000.00000
24.631	21.303	38.951 -1000.00000	30.651	25.145	46.080 -1000.00000
24.631	23.224	40.113 -1000.00000	30.651	27.065	47.223 -1000.00000
24.631	25.145	41.332 -1000.00000	30.651	28.986	48.416 -1000.00000
24.631	27.065	42.603 -1000.00000	30.651	30.907	49.654 -1000.00000
24.631	28.986	43.921 -1000.00000	30.651	32.828	50.934 -1000.00000
24.631	30.907	45.282 -1000.00000	30.651	34.749	52.254 -1000.00000
24.631	32.828	46.683 -1000.00000	30.651	36.670	53.610 -1000.00000
24.631	34.749	48.120 -1000.00000	30.651	38.590	55.000 -1000.00000
24.631	36.670	49.589 -1000.00000	30.651	40.511	56.421 -1000.00000
24.631	38.590	51.088 -1000.00000	30.651	42.432	57.871 -1000.00000
24.631	40.511	52.615 -1000.00000	30.651	44.353	59.347 -1000.00000
24.631	42.432	54.167 -1000.00000	32.657	5.936	40.211 -1000.00000
24.631	44.353	55.742 -1000.00000	32.657	7.857	40.618 -1000.00000
26.637	5.936	34.319 -1000.00000	32.657	9.778	41.110 -1000.00000
26.637	7.857	34.795 -1000.00000	32.657	11.699	41.686 -1000.00000
26.637	9.778	35.368 -1000.00000	32.657	13.619	42.341 -1000.00000
26.637	11.699	36.035 -1000.00000	32.657	15.540	43.071 -1000.00000
26.637	13.619	36.791 -1000.00000	32.657	17.461	43.874 -1000.00000
26.637	15.540	37.629 -1000.00000	32.657	19.382	44.744 -1000.00000
26.637	17.461	38.545 -1000.00000	32.657	21.303	45.679 -1000.00000
26.637	19.382	39.533 -1000.00000	32.657	23.224	46.674 -1000.00000
26.637	21.303	40.588 -1000.00000	32.657	25.145	47.726 -1000.00000
26.637	23.224	41.705 -1000.00000	32.657	27.065	48.831 -1000.00000
26.637	25.145	42.879 -1000.00000	32.657	28.986	49.985 -1000.00000
26.637	27.065	44.106 -1000.00000	32.657	30.907	51.185 -1000.00000
26.637	28.986	45.380 -1000.00000	32.657	32.828	52.428 -1000.00000
26.637	30.907	46.699 -1000.00000	32.657	34.749	53.711 -1000.00000
26.637	32.828	48.058 -1000.00000	32.657	36.670	55.032 -1000.00000
26.637	34.749	49.455 -1000.00000	32.657	38.590	56.386 -1000.00000
26.637	36.670	50.886 -1000.00000	32.657	40.511	57.773 -1000.00000
26.637	38.590	52.348 -1000.00000	32.657	42.432	59.190 -1000.00000
26.637	40.511	53.839 -1000.00000	32.657	44.353	60.635 -1000.00000
26.637	42.432	55.356 -1000.00000	34.663	5.936	42.183 -1000.00000
26.637	44.353	56.898 -1000.00000	34.663	7.857	42.571 -1000.00000
28.644	5.936	36.278 -1000.00000	34.663	9.778	43.041 -1000.00000
28.644	7.857	36.729 -1000.00000	34.663	11.699	43.591 -1000.00000
28.644	9.778	37.273 -1000.00000	34.663	13.619	44.218 -1000.00000
28.644	11.699	37.906 -1000.00000	34.663	15.540	44.918 -1000.00000
28.644	13.619	38.625 -1000.00000	34.663	17.461	45.688 -1000.00000
28.644	15.540	39.425 -1000.00000	34.663	19.382	46.524 -1000.00000
28.644	17.461	40.300 -1000.00000	34.663	21.303	47.424 -1000.00000
28.644	19.382	41.246 -1000.00000	34.663	23.224	48.384 -1000.00000
28.644	21.303	42.258 -1000.00000	34.663	25.145	49.399 -1000.00000
28.644	23.224	43.332 -1000.00000	34.663	27.065	50.467 -1000.00000
28.644	25.145	44.463 -1000.00000	34.663	28.986	51.585 -1000.00000
28.644	27.065	45.647 -1000.00000	34.663	30.907	52.749 -1000.00000
28.644	28.986	46.879 -1000.00000	34.663	32.828	53.956 -1000.00000
28.644	30.907	48.157 -1000.00000	34.663	34.749	55.203 -1000.00000
28.644	32.828	49.476 -1000.00000	34.663	36.670	56.489 -1000.00000
28.644	34.749	50.834 -1000.00000	34.663	38.590	57.809 -1000.00000
28.644	36.670	52.227 -1000.00000	34.663	40.511	59.163 -1000.00000
28.644	38.590	53.653 -1000.00000	34.663	42.432	60.547 -1000.00000
28.644	40.511	55.108 -1000.00000	34.663	44.353	61.960 -1000.00000
28.644	42.432	56.592 -1000.00000	36.670	5.936	44.158 -1000.00000
28.644	44.353	58.101 -1000.00000	36.670	7.857	44.529 -1000.00000
30.651	5.936	38.243 -1000.00000	36.670	9.778	44.979 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0501\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

36.670	11.699	45.505 -1000.00000	38.676	28.986	54.865 -1000.00000
36.670	13.619	46.106 -1000.00000	38.676	30.907	55.960 -1000.00000
36.670	15.540	46.778 -1000.00000	38.676	32.828	57.099 -1000.00000
36.670	17.461	47.517 -1000.00000	38.676	34.749	58.280 -1000.00000
36.670	19.382	48.323 -1000.00000	38.676	36.670	59.499 -1000.00000
36.670	21.303	49.189 -1000.00000	38.676	38.590	60.754 -1000.00000
36.670	23.224	50.115 -1000.00000	38.676	40.511	62.043 -1000.00000
36.670	25.145	51.096 -1000.00000	38.676	42.432	63.365 -1000.00000
36.670	27.065	52.129 -1000.00000	38.676	44.353	64.716 -1000.00000
36.670	28.986	53.212 -1000.00000	40.683	5.936	48.116 -1000.00000
36.670	30.907	54.341 -1000.00000	40.683	7.857	48.457 -1000.00000
36.670	32.828	55.514 -1000.00000	40.683	9.778	48.871 -1000.00000
36.670	34.749	56.727 -1000.00000	40.683	11.699	49.355 -1000.00000
36.670	36.670	57.979 -1000.00000	40.683	13.619	49.910 -1000.00000
36.670	38.590	59.266 -1000.00000	40.683	15.540	50.531 -1000.00000
36.670	40.511	60.587 -1000.00000	40.683	17.461	51.217 -1000.00000
36.670	42.432	61.939 -1000.00000	40.683	19.382	51.964 -1000.00000
36.670	44.353	63.321 -1000.00000	40.683	21.303	52.772 -1000.00000
38.676	5.936	46.136 -1000.00000	40.683	23.224	53.635 -1000.00000
38.676	7.857	46.491 -1000.00000	40.683	25.145	54.553 -1000.00000
38.676	9.778	46.922 -1000.00000	40.683	27.065	55.522 -1000.00000
38.676	11.699	47.427 -1000.00000	40.683	28.986	56.540 -1000.00000
38.676	13.619	48.003 -1000.00000	40.683	30.907	57.604 -1000.00000
38.676	15.540	48.649 -1000.00000	40.683	32.828	58.711 -1000.00000
38.676	17.461	49.361 -1000.00000	40.683	34.749	59.860 -1000.00000
38.676	19.382	50.136 -1000.00000	40.683	36.670	61.047 -1000.00000
38.676	21.303	50.972 -1000.00000	40.683	38.590	62.271 -1000.00000
38.676	23.224	51.866 -1000.00000	40.683	40.511	63.530 -1000.00000
38.676	25.145	52.815 -1000.00000	40.683	42.432	64.821 -1000.00000
38.676	27.065	53.815 -1000.00000	40.683	44.353	66.142 -1000.00000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>Codice documento</b> SS0501_F0.docx	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

## 14.8 Muro di sostegno – Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno sv. Annunziata rampa 1 0+404  
0+505-sost-sismica.sli

#### Project Settings

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

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
Janbu simplified  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

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

#### Surface Options

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

#### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.135  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.068  
2 Distributed Loads present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal  
to boundary, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal  
to boundary, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

#### Material Properties

Material: rilevato  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

#### Material: c.a.

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

#### Material: dep all recenti

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

#### Material: SPierNiceto arg

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 20 kPa  
Friction Angle: 18 degrees  
Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-41.101	-12.374
-39.370	-12.475
-35.293	-12.511
-13.176	-12.697
-11.179	-12.699
16.379	-13.011
19.292	-13.697
23.003	-14.695
24.908	-15.004
27.555	-15.042
28.099	-14.896

##### Material Boundary

20.333	-2.766
20.656	0.000

##### Material Boundary

21.297	-0.538
21.297	-2.766

##### Material Boundary

-0.500	12.927
-0.500	10.927

##### Material Boundary

-0.500	10.927
-1.593	0.000
-7.000	0.000
-7.000	-0.007
-7.000	-2.000
3.000	-2.000
3.000	-0.000

##### Material Boundary

21.297	-2.766
23.047	-2.766
23.047	-3.766

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> <i>SS0501_F0.docx</i>	<b>Rev</b> <i>F0</i>	<b>Data</b> <i>20/06/2011</i>

<u>Material Boundary</u>		-35.673	10.188
18.547	-3.766	-36.980	10.194
18.547	-2.766	-41.101	7.874
20.333	-2.766	-41.101	0.039
		-41.101	-12.374
		-41.101	-22.126
<u>Material Boundary</u>		28.099	-22.126
18.547	-3.766	28.099	-14.896
23.047	-3.766	28.099	-2.505
		27.555	-2.042
<u>Material Boundary</u>		24.908	-2.004
-41.101	0.039	23.003	-1.695
-7.000	-0.007	21.382	-0.697
-6.996	-0.007	21.297	-0.538
<u>External Boundary</u>		<u>Focus/Block Search Line</u>	
20.656	0.000	-6.830	-22.101
3.000	-0.000	-6.830	-1.662
0.000	0.000		
0.000	12.927	<u>Search Grid</u>	
-0.500	12.927	0.553	5.936
-0.507	12.927	40.683	5.936
-1.807	12.927	40.683	44.353
-1.807	12.827	0.553	44.353
-2.001	12.817		
-3.006	12.768	<u>Distributed Load</u>	
-6.501	12.594	-1.983	12.818
-10.077	12.417	-2.001	12.817
-11.076	12.368	-3.006	12.768
-11.201	12.362	-6.501	12.594
-11.201	12.462	-10.077	12.417
-12.501	12.462	-11.076	12.368
-15.853	10.546	-11.081	12.368
-27.434	10.546		
-28.740	10.552	<u>Distributed Load</u>	
-28.740	10.452	-28.937	10.442
-28.941	10.442	-28.941	10.442
-29.945	10.389	-29.945	10.389
-33.964	10.177	-33.964	10.177
-35.472	10.098	-35.472	10.098
-35.673	10.088	-35.480	10.098

## 14.9 Muro di sostegno – Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
0.553	5.936	10.594	1.80591	0.553	30.907	34.192	1.64795
0.553	7.857	12.046	1.65924	0.553	32.828	36.033	1.66262
0.553	9.778	13.615	1.57125	0.553	34.749	37.881	1.67748
0.553	11.699	15.264	1.52817	0.553	36.670	39.735	1.69176
0.553	13.619	16.971	1.51241	0.553	38.590	41.594	1.70522
0.553	15.540	18.719	1.51828	0.553	40.511	43.459	1.71900
0.553	17.461	20.498	1.53497	0.553	42.432	45.327	1.73290
0.553	19.382	22.301	1.55522	0.553	44.353	47.200	1.74691
0.553	21.303	24.122	1.57663	2.559	5.936	12.078	1.80685
0.553	23.224	26.926	1.59729	2.559	7.857	13.370	1.64294
0.553	25.145	28.725	1.60851	2.559	9.778	14.799	1.53565
0.553	27.065	30.537	1.62114	2.559	11.699	16.330	1.48029
0.553	28.986	32.360	1.63472	2.559	13.619	17.935	1.44254
				2.559	15.540	19.598	1.43618
				2.559	17.461	21.303	1.44376
				2.559	19.382	23.043	1.45759

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

2.559	21.303	24.810	1.47410	8.579	25.145	32.111	1.56340
2.559	23.224	26.598	1.49337	8.579	27.065	33.837	1.56181
2.559	25.145	28.403	1.51582	8.579	28.986	35.463	1.56434
2.559	27.065	30.917	1.53505	8.579	30.907	37.009	1.56949
2.559	28.986	32.715	1.54875	8.579	32.828	38.798	1.57664
2.559	30.907	34.525	1.56328	8.579	34.749	40.499	1.58860
2.559	32.828	36.346	1.57837	8.579	36.670	41.403	1.59541
2.559	34.749	38.177	1.59214	8.579	38.590	43.272	1.60053
2.559	36.670	40.015	1.60793	8.579	40.511	45.142	1.60897
2.559	38.590	41.860	1.62373	8.579	42.432	46.938	1.61530
2.559	40.511	43.712	1.63916	8.579	44.353	48.815	1.62230
2.559	42.432	45.569	1.65354	10.586	5.936	19.000	-1000.00000
2.559	44.353	47.431	1.66807	10.586	7.857	19.847	-1000.00000
4.566	5.936	13.696	1.99364	10.586	9.778	20.836	-1000.00000
4.566	7.857	14.848	1.77572	10.586	11.699	21.950	-1000.00000
4.566	9.778	16.147	1.63297	10.586	13.619	23.169	-1000.00000
4.566	11.699	17.560	1.53626	10.586	15.540	24.479	-1000.00000
4.566	13.619	19.062	1.47560	10.586	17.461	25.864	-1000.00000
4.566	15.540	20.634	1.44640	10.586	19.382	27.315	-1000.00000
4.566	17.461	22.261	1.43679	10.586	21.303	28.821	-1000.00000
4.566	19.382	23.931	1.43698	10.586	23.224	30.374	-1000.00000
4.566	21.303	25.636	1.44246	10.586	25.145	31.967	-1000.00000
4.566	23.224	27.370	1.45476	10.586	27.065	33.594	-1000.00000
4.566	25.145	29.128	1.46987	10.586	28.986	35.250	-1000.00000
4.566	27.065	30.905	1.48768	10.586	30.907	36.933	-1000.00000
4.566	28.986	33.180	1.50072	10.586	32.828	38.637	-1000.00000
4.566	30.907	34.964	1.51490	10.586	34.749	40.361	-1000.00000
4.566	32.828	36.761	1.53133	10.586	36.670	42.102	-1000.00000
4.566	34.749	38.570	1.54777	10.586	38.590	43.858	-1000.00000
4.566	36.670	40.389	1.56418	10.586	40.511	45.627	-1000.00000
4.566	38.590	42.216	1.58047	10.586	42.432	47.408	-1000.00000
4.566	40.511	44.052	1.59666	10.586	44.353	49.200	-1000.00000
4.566	42.432	45.894	1.61561	12.592	5.936	20.855	-1000.00000
4.566	44.353	47.742	1.63368	12.592	7.857	21.629	-1000.00000
6.572	5.936	21.623	2.29729	12.592	9.778	22.540	-1000.00000
6.572	7.857	22.369	2.22459	12.592	11.699	23.573	-1000.00000
6.572	9.778	17.620	1.90804	12.592	13.619	24.713	-1000.00000
6.572	11.699	18.924	1.75498	12.592	15.540	25.944	-1000.00000
6.572	13.619	20.326	1.64745	12.592	17.461	27.256	-1000.00000
6.572	15.540	21.807	1.57820	12.592	19.382	28.636	-1000.00000
6.572	17.461	23.352	1.53610	12.592	21.303	30.076	-1000.00000
6.572	19.382	24.949	1.51681	12.592	23.224	31.567	-1000.00000
6.572	21.303	26.589	1.50600	12.592	25.145	33.102	-1000.00000
6.572	23.224	28.265	1.50249	12.592	27.065	34.676	-1000.00000
6.572	25.145	30.305	1.50473	12.592	28.986	36.284	-1000.00000
6.572	27.065	32.016	1.50693	12.592	30.907	37.920	-1000.00000
6.572	28.986	33.750	1.51321	12.592	32.828	39.582	-1000.00000
6.572	30.907	35.503	1.52102	12.592	34.749	41.266	-1000.00000
6.572	32.828	37.273	1.53073	12.592	36.670	42.971	-1000.00000
6.572	34.749	39.056	1.54189	12.592	38.590	44.693	-1000.00000
6.572	36.670	40.852	1.55320	12.592	40.511	46.430	-1000.00000
6.572	38.590	42.893	1.56266	12.592	42.432	48.182	-1000.00000
6.572	40.511	44.699	1.57285	12.592	44.353	49.945	-1000.00000
6.572	42.432	46.514	1.58424	14.599	5.936	22.735	-1000.00000
6.572	44.353	48.337	1.59599	14.599	7.857	23.447	-1000.00000
8.579	5.936	19.853	2.36908	14.599	9.778	24.291	-1000.00000
8.579	7.857	18.635	2.21535	14.599	11.699	25.252	-1000.00000
8.579	9.778	19.686	2.00649	14.599	13.619	26.319	-1000.00000
8.579	11.699	21.082	1.87048	14.599	15.540	27.479	-1000.00000
8.579	13.619	22.543	1.75421	14.599	17.461	28.720	-1000.00000
8.579	15.540	23.094	1.68079	14.599	19.382	30.033	-1000.00000
8.579	17.461	24.558	1.62971	14.599	21.303	31.409	-1000.00000
8.579	19.382	26.082	1.59925	14.599	23.224	32.840	-1000.00000
8.579	21.303	27.960	1.57932	14.599	25.145	34.318	-1000.00000
8.579	23.224	29.553	1.57086	14.599	27.065	35.839	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

14.599	28.986	37.396 -1000.00000	20.618	32.828	44.078 -1000.00000
14.599	30.907	38.986 -1000.00000	20.618	34.749	45.597 -1000.00000
14.599	32.828	40.604 -1000.00000	20.618	36.670	47.145 -1000.00000
14.599	34.749	42.248 -1000.00000	20.618	38.590	48.720 -1000.00000
14.599	36.670	43.914 -1000.00000	20.618	40.511	50.318 -1000.00000
14.599	38.590	45.600 -1000.00000	20.618	42.432	51.939 -1000.00000
14.599	40.511	47.305 -1000.00000	20.618	44.353	53.579 -1000.00000
14.599	42.432	49.025 -1000.00000	22.625	5.936	30.418 -1000.00000
14.599	44.353	50.759 -1000.00000	22.625	7.857	30.954 -1000.00000
16.605	5.936	24.636 -1000.00000	22.625	9.778	31.598 -1000.00000
16.605	7.857	25.294 -1000.00000	22.625	11.699	32.343 -1000.00000
16.605	9.778	26.078 -1000.00000	22.625	13.619	33.182 -1000.00000
16.605	11.699	26.976 -1000.00000	22.625	15.540	34.110 -1000.00000
16.605	13.619	27.977 -1000.00000	22.625	17.461	35.117 -1000.00000
16.605	15.540	29.071 -1000.00000	22.625	19.382	36.199 -1000.00000
16.605	17.461	30.247 -1000.00000	22.625	21.303	37.349 -1000.00000
16.605	19.382	31.496 -1000.00000	22.625	23.224	38.559 -1000.00000
16.605	21.303	32.811 -1000.00000	22.625	25.145	39.826 -1000.00000
16.605	23.224	34.183 -1000.00000	22.625	27.065	41.144 -1000.00000
16.605	25.145	35.606 -1000.00000	22.625	28.986	42.507 -1000.00000
16.605	27.065	37.073 -1000.00000	22.625	30.907	43.912 -1000.00000
16.605	28.986	38.581 -1000.00000	22.625	32.828	45.355 -1000.00000
16.605	30.907	40.124 -1000.00000	22.625	34.749	46.832 -1000.00000
16.605	32.828	41.698 -1000.00000	22.625	36.670	48.341 -1000.00000
16.605	34.749	43.300 -1000.00000	22.625	38.590	49.878 -1000.00000
16.605	36.670	44.927 -1000.00000	22.625	40.511	51.440 -1000.00000
16.605	38.590	46.577 -1000.00000	22.625	42.432	53.027 -1000.00000
16.605	40.511	48.247 -1000.00000	22.625	44.353	54.634 -1000.00000
16.605	42.432	49.934 -1000.00000	24.631	5.936	32.365 -1000.00000
16.605	44.353	51.638 -1000.00000	24.631	7.857	32.869 -1000.00000
18.611	5.936	26.552 -1000.00000	24.631	9.778	33.476 -1000.00000
18.611	7.857	27.164 -1000.00000	24.631	11.699	34.180 -1000.00000
18.611	9.778	27.895 -1000.00000	24.631	13.619	34.976 -1000.00000
18.611	11.699	28.736 -1000.00000	24.631	15.540	35.856 -1000.00000
18.611	13.619	29.678 -1000.00000	24.631	17.461	36.817 -1000.00000
18.611	15.540	30.711 -1000.00000	24.631	19.382	37.850 -1000.00000
18.611	17.461	31.827 -1000.00000	24.631	21.303	38.951 -1000.00000
18.611	19.382	33.017 -1000.00000	24.631	23.224	40.113 -1000.00000
18.611	21.303	34.273 -1000.00000	24.631	25.145	41.332 -1000.00000
18.611	23.224	35.588 -1000.00000	24.631	27.065	42.603 -1000.00000
18.611	25.145	36.957 -1000.00000	24.631	28.986	43.921 -1000.00000
18.611	27.065	38.373 -1000.00000	24.631	30.907	45.282 -1000.00000
18.611	28.986	39.832 -1000.00000	24.631	32.828	46.683 -1000.00000
18.611	30.907	41.328 -1000.00000	24.631	34.749	48.120 -1000.00000
18.611	32.828	42.858 -1000.00000	24.631	36.670	49.589 -1000.00000
18.611	34.749	44.418 -1000.00000	24.631	38.590	51.088 -1000.00000
18.611	36.670	46.006 -1000.00000	24.631	40.511	52.615 -1000.00000
18.611	38.590	47.618 -1000.00000	24.631	42.432	54.167 -1000.00000
18.611	40.511	49.253 -1000.00000	24.631	44.353	55.742 -1000.00000
18.611	42.432	50.907 -1000.00000	26.637	5.936	34.319 -1000.00000
18.611	44.353	52.580 -1000.00000	26.637	7.857	34.795 -1000.00000
20.618	5.936	28.480 -1000.00000	26.637	9.778	35.368 -1000.00000
20.618	7.857	29.051 -1000.00000	26.637	11.699	36.035 -1000.00000
20.618	9.778	29.736 -1000.00000	26.637	13.619	36.791 -1000.00000
20.618	11.699	30.527 -1000.00000	26.637	15.540	37.629 -1000.00000
20.618	13.619	31.415 -1000.00000	26.637	17.461	38.545 -1000.00000
20.618	15.540	32.393 -1000.00000	26.637	19.382	39.533 -1000.00000
20.618	17.461	33.452 -1000.00000	26.637	21.303	40.588 -1000.00000
20.618	19.382	34.586 -1000.00000	26.637	23.224	41.705 -1000.00000
20.618	21.303	35.788 -1000.00000	26.637	25.145	42.879 -1000.00000
20.618	23.224	37.049 -1000.00000	26.637	27.065	44.106 -1000.00000
20.618	25.145	38.366 -1000.00000	26.637	28.986	45.380 -1000.00000
20.618	27.065	39.732 -1000.00000	26.637	30.907	46.699 -1000.00000
20.618	28.986	41.142 -1000.00000	26.637	32.828	48.058 -1000.00000
20.618	30.907	42.592 -1000.00000	26.637	34.749	49.455 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA  
PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0501\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

26.637	36.670	50.886 -1000.00000	32.657	40.511	57.773 -1000.00000
26.637	38.590	52.348 -1000.00000	32.657	42.432	59.190 -1000.00000
26.637	40.511	53.839 -1000.00000	32.657	44.353	60.635 -1000.00000
26.637	42.432	55.356 -1000.00000	34.663	5.936	42.183 -1000.00000
26.637	44.353	56.898 -1000.00000	34.663	7.857	42.571 -1000.00000
28.644	5.936	36.278 -1000.00000	34.663	9.778	43.041 -1000.00000
28.644	7.857	36.729 -1000.00000	34.663	11.699	43.591 -1000.00000
28.644	9.778	37.273 -1000.00000	34.663	13.619	44.218 -1000.00000
28.644	11.699	37.906 -1000.00000	34.663	15.540	44.918 -1000.00000
28.644	13.619	38.625 -1000.00000	34.663	17.461	45.688 -1000.00000
28.644	15.540	39.425 -1000.00000	34.663	19.382	46.524 -1000.00000
28.644	17.461	40.300 -1000.00000	34.663	21.303	47.424 -1000.00000
28.644	19.382	41.246 -1000.00000	34.663	23.224	48.384 -1000.00000
28.644	21.303	42.258 -1000.00000	34.663	25.145	49.399 -1000.00000
28.644	23.224	43.332 -1000.00000	34.663	27.065	50.467 -1000.00000
28.644	25.145	44.463 -1000.00000	34.663	28.986	51.585 -1000.00000
28.644	27.065	45.647 -1000.00000	34.663	30.907	52.749 -1000.00000
28.644	28.986	46.879 -1000.00000	34.663	32.828	53.956 -1000.00000
28.644	30.907	48.157 -1000.00000	34.663	34.749	55.203 -1000.00000
28.644	32.828	49.476 -1000.00000	34.663	36.670	56.489 -1000.00000
28.644	34.749	50.834 -1000.00000	34.663	38.590	57.809 -1000.00000
28.644	36.670	52.227 -1000.00000	34.663	40.511	59.163 -1000.00000
28.644	38.590	53.653 -1000.00000	34.663	42.432	60.547 -1000.00000
28.644	40.511	55.108 -1000.00000	34.663	44.353	61.960 -1000.00000
28.644	42.432	56.592 -1000.00000	36.670	5.936	44.158 -1000.00000
28.644	44.353	58.101 -1000.00000	36.670	7.857	44.529 -1000.00000
30.651	5.936	38.243 -1000.00000	36.670	9.778	44.979 -1000.00000
30.651	7.857	38.470 -1000.00000	36.670	11.699	45.505 -1000.00000
30.651	9.778	39.187 -1000.00000	36.670	13.619	46.106 -1000.00000
30.651	11.699	39.790 -1000.00000	36.670	15.540	46.778 -1000.00000
30.651	13.619	40.476 -1000.00000	36.670	17.461	47.517 -1000.00000
30.651	15.540	41.239 -1000.00000	36.670	19.382	48.323 -1000.00000
30.651	17.461	42.077 -1000.00000	36.670	21.303	49.189 -1000.00000
30.651	19.382	42.984 -1000.00000	36.670	23.224	50.115 -1000.00000
30.651	21.303	43.956 -1000.00000	36.670	25.145	51.096 -1000.00000
30.651	23.224	44.989 -1000.00000	36.670	27.065	52.129 -1000.00000
30.651	25.145	46.080 -1000.00000	36.670	28.986	53.212 -1000.00000
30.651	27.065	47.223 -1000.00000	36.670	30.907	54.341 -1000.00000
30.651	28.986	48.416 -1000.00000	36.670	32.828	55.514 -1000.00000
30.651	30.907	49.654 -1000.00000	36.670	34.749	56.727 -1000.00000
30.651	32.828	50.934 -1000.00000	36.670	36.670	57.979 -1000.00000
30.651	34.749	52.254 -1000.00000	36.670	38.590	59.266 -1000.00000
30.651	36.670	53.610 -1000.00000	36.670	40.511	60.587 -1000.00000
30.651	38.590	55.000 -1000.00000	36.670	42.432	61.939 -1000.00000
30.651	40.511	56.421 -1000.00000	36.670	44.353	63.321 -1000.00000
30.651	42.432	57.871 -1000.00000	38.676	5.936	46.136 -1000.00000
30.651	44.353	59.347 -1000.00000	38.676	7.857	46.491 -1000.00000
32.657	5.936	40.211 -1000.00000	38.676	9.778	46.922 -1000.00000
32.657	7.857	40.618 -1000.00000	38.676	11.699	47.427 -1000.00000
32.657	9.778	41.110 -1000.00000	38.676	13.619	48.003 -1000.00000
32.657	11.699	41.686 -1000.00000	38.676	15.540	48.649 -1000.00000
32.657	13.619	42.341 -1000.00000	38.676	17.461	49.361 -1000.00000
32.657	15.540	43.071 -1000.00000	38.676	19.382	50.136 -1000.00000
32.657	17.461	43.874 -1000.00000	38.676	21.303	50.972 -1000.00000
32.657	19.382	44.744 -1000.00000	38.676	23.224	51.866 -1000.00000
32.657	21.303	45.679 -1000.00000	38.676	25.145	52.815 -1000.00000
32.657	23.224	46.674 -1000.00000	38.676	27.065	53.815 -1000.00000
32.657	25.145	47.726 -1000.00000	38.676	28.986	54.865 -1000.00000
32.657	27.065	48.831 -1000.00000	38.676	30.907	55.960 -1000.00000
32.657	28.986	49.985 -1000.00000	38.676	32.828	57.099 -1000.00000
32.657	30.907	51.185 -1000.00000	38.676	34.749	58.280 -1000.00000
32.657	32.828	52.428 -1000.00000	38.676	36.670	59.499 -1000.00000
32.657	34.749	53.711 -1000.00000	38.676	38.590	60.754 -1000.00000
32.657	36.670	55.032 -1000.00000	38.676	40.511	62.043 -1000.00000
32.657	38.590	56.386 -1000.00000	38.676	42.432	63.365 -1000.00000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO SV. ANNUNZIATA - RAMPA 1 DA          PK0+404 A PK0+505 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0501_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

38.676	44.353	64.716	-1000.00000
40.683	5.936	48.116	-1000.00000
40.683	7.857	48.457	-1000.00000
40.683	9.778	48.871	-1000.00000
40.683	11.699	49.355	-1000.00000
40.683	13.619	49.910	-1000.00000
40.683	15.540	50.531	-1000.00000
40.683	17.461	51.217	-1000.00000
40.683	19.382	51.964	-1000.00000
40.683	21.303	52.772	-1000.00000
40.683	23.224	53.635	-1000.00000
40.683	25.145	54.553	-1000.00000
40.683	27.065	55.522	-1000.00000
40.683	28.986	56.540	-1000.00000
40.683	30.907	57.604	-1000.00000
40.683	32.828	58.711	-1000.00000
40.683	34.749	59.860	-1000.00000
40.683	36.670	61.047	-1000.00000
40.683	38.590	62.271	-1000.00000
40.683	40.511	63.530	-1000.00000
40.683	42.432	64.821	-1000.00000
40.683	44.353	66.142	-1000.00000