


# 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	SS0496_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. CURCURACI - DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 - 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	0	1	3	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. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
2.1	Riferimenti normativi.....	5
2.2	Riferimenti bibliografici .....	6
3	PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
4.1	Calcestruzzo prefabbricato per pannelli.....	8
4.2	Calcestruzzo getti in opera .....	8
4.3	Acciaio per cemento armato .....	9
5	CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	10
5.1	Metodologia di calcolo .....	10
5.2	Ipotesi di calcolo .....	12
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
6.1	Stratigrafia di progetto .....	14
6.2	Coefficienti di spinta .....	16
6.2.1	Coefficienti di spinta in fase statica .....	16
6.2.2	Coefficienti di spinta in fase sismica .....	16
7	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	17
8	FASI COSTRUTTIVE.....	20
9	ANALISI MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI .....	21
9.1	Classificazione delle azioni.....	21
9.2	Combinazioni delle azioni.....	21
9.3	Caratteristiche geometriche del muro .....	23
9.4	Verifiche di stabilità e verifiche strutturali – SLU .....	23
9.4.1	Verifica a capacità portante .....	23
9.5	Verifiche S.L.E.....	25
9.5.1	Verifica a fessurazione .....	25
9.5.2	Verifica delle tensioni di esercizio .....	25
9.6	Verifiche pannello prefabbricato .....	27
9.6.1	Verifica a flessione nel piano verticale .....	27
9.6.2	Verifica a flessione nel piano orizzontale .....	27
9.6.3	Verifica a taglio .....	28

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

9.7	Soletta di fondazione .....	29
9.7.1	Verifica a flessione.....	29
9.8	Verifiche .....	30
10	ANALISI DI STABILITA' .....	39
11	TABULATI DI CALCOLO.....	43
11.1	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	43
11.2	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	44
11.3	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	48
11.4	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica .....	49

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_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 un tratto di muro a sostegno ubicato tra le progressive 0+135km dell'Asse E e 0+069km della Rampa 5 nella zona dello svincolo Curcuraci.

Il muro di sostegno in oggetto è costituito da elementi prefabbricati, rivestiti in pietrame, di altezza in elevazione variabile da un minimo di 6m ad un massimo di 10m. Le fondazioni, di dimensioni variabili in funzione dell'altezza del pannello prefabbricato, risultano in c.a. gettate in opera.

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

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti da depositi alluvionali nei primi metri e più in profondità dalla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina.

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche dell'opera in oggetto.

## 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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 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. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_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).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo prefabbricato per pannelli

Classe di resistenza	C35/45	-
Rapporto massimo acqua / cemento	0.40	-
Slump	S4	-
Diametro massimo inerte	25	mm
Classe di esposizione	XF4	-

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

Resistenza caratt. a compressione cubica	$R_{ck}$	= -	= 45.00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a compressione cilindr.	$f_{ck}$	= -	= 35.00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindr.	$f_{cm}$	= $f_{ck}+8$	= 43.00	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c$	= $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 34077	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm}$	= $0.3 f_{ck}^{2/3}$	= 3.21	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk}$	= $0.7 f_{ctm}$	= 2.24	N/mm <sup>2</sup>

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

Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c$	= -	= 1.40	-
Coeff. riduttivo per resist. di lunga durata	$\alpha_{cc}$	= -	= 0.85	-
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd}$	= $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	= 21.25	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd}$	= $f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.60	N/mm <sup>2</sup>

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

Massima compressione (Comb. Rara)	$\sigma_c$	= $0.60 f_{ck}$	= 21.00	N/mm <sup>2</sup>
Massima compressione (Comb. Q.P.)	$\sigma_c$	= $0.45 f_{ck}$	= 15.75	N/mm <sup>2</sup>

### 4.2 Calcestruzzo 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	-



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

### 4.3 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 <sup>2</sup>
Tensione caratt. di snervamento (fratt. 5%)	$f_{yk} = -$	= 450.00	N/mm <sup>2</sup>

#### 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 <sup>2</sup>

#### Resistenze di calcolo a SLE:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 5.1 Metodologia di calcolo

Il dimensionamento del muro 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. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_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, combinazione2:

$$A2+M2+R2$$

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. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_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.

Il programma di calcolo utilizzato, Paratie Plus 2010, è in grado di distinguere i contributi dei vari carichi e, conseguentemente, di amplificare le sollecitazioni ad essi associate per i coefficienti A corrispondenti.

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.

## 5.2 Ipotesi di calcolo

Di seguito si sintetizzano i valori adottati dei parametri che intervengono nei calcoli, in fase statica e sismica.

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **B** (sondaggi S417, S418, S03).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

			Note	
<b>Spinte terre</b>	$\angle$ (°)	2/3 $\angle$	Angolo di attrito terra-muro (per muri prefabbricati e gettati in opera)	
	$q_{k\text{-statico}}$ (kPa)	20	Sovraccarico accidentale in fase statica dovuto al traffico stradale caratteristico	
	$q_{k\text{-sismico}}$ (kPa)	10	Sovraccarico accidentale dovuto al traffico stradale da considerare in fase sismica	
<b>Falda:</b>		Assente		
<b>fase sismica</b>	Sito Latitudine e Longitudine		38.252 15.578	
	Tipo Suolo		B	
	VN (anni)		100	
	cu (-)		2	
	S.L.D.	ag/g	0.157	
		$F_0$	2.369	
		$T_c$ (s)	0.339	
		$S_s$	1.2	
	S.L.V.	ag/g	0.411	
		$F_0$	2.477	
		$T_c$ (s)	0.417	
		$S_s$	1	
$S_T$		1		
$\angle$ (-) SLV / SLD		0.24 (SLD) - 0.35 (SLV)	Coefficiente sismico valido per ag/g > 0.4	
teoria spinte in fase sism		Mononobe & Okabe		
<b>Combinazione rara - Urto</b>	$F_{urto}$ (kN)	100		
	$h_{urto}$ (m)	1	Altezza punto di applicazione forza d'urto rispetto al piano viabile	
	$L_{urto}$ (m)	7.5	Lunghezza di distribuzione della forza	
<b>Geometrie</b>	<b>Altezze pannelli muri (m)</b>	6-7-8-9,10	Altezze dei pannelli prefabbricati	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_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. CG0800PRGDSCBC8G000000001C)
- “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** presenti sono Sabbie e Ghiaie di Messina e Depositi alluvionali.

La litologia prevalente è costituita dalla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

Si rilevano strati di ghiaie cementate, come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco della galleria stradale Faro Superiore e Balena; in questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.

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

Codice	Titolo del documento
CG0800PRBDSSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Sicilia
CG0800PRGDSSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DSSBC6G000000009	Carta idrogeologica versante Sicilia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

-10-11-12	
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

I **sondaggi di riferimento** per la presente tratta sono S417 e S418 (campagna del 2010), S03(2002).

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

Sabbie e ghiaie di Messina

- Prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggio S03)
- Prove granulometriche (sondaggi S417, S03)
- Prove SPT (sondaggi S417, S418)
- 1 prova Down hole (sondaggio S418)
- 5 prove pressiometriche (sondaggi S417, S418)
- 4 prove Le Franc (sondaggi S417 e S418)

Depositi alluvionali

- Prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggi S417)
- Prove SPT (sondaggi S417, S418)
- 1 prova Down hole (sondaggio S418)

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001B.

Stratigrafia	prof. (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	c' (Kpa)
Rilevato	-	20	38	0
Depositi alluvionali recenti	0 – 6	18.5	38	0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sabbie e Ghiaie di Messina	>6	18.5	38	0
<b>Falda</b>	ASSENTE			

## 6.2 Coefficienti di spinta

### 6.2.1 Coefficienti di spinta in fase statica

I valori dei coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) sono stati calcolati secondo la relazione di Coulomb: il valore dell'angolo di attrito terreno-muro ( $\delta$ ) è stato assunto pari a  $2/3 \cdot \varphi$ .

La relazione di Coulomb per il calcolo del coefficiente di spinta attiva, con le condizioni assunte, è la seguente:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2 \varphi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \varphi) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \varphi) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right)^2} \quad (\text{spinta attiva})$$

Dove:  $\varphi$  = angolo d'attrito del terreno;

$\psi$  = inclinazione del paramento di monte del muro (90°);

$\delta$  = angolo d'attrito lungo la superficie di rottura;

$\varepsilon$  = Inclinazione del pendio a monte (0° x muri di sostegno).

I coefficienti di spinta passiva ( $k_p$ ), invece sono stati prudenzialmente assunti nulli.

La tabella seguente riassume i coefficienti di spinta utilizzati nei calcoli effettuati.

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_a$
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.22
Progetto	A2+M2+R2	32	0.28

*Coefficienti di spinta del rilevato a tergo muri nel caso statico*

### 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:



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

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

Valori	Approccio	$\phi$ [°]	$k_{as}$
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.32
Progetto	A2+M2+R2	32	0.41



*Coefficienti di spinta del rilevato a tergo muri nel caso sismico*

## 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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

valori di  $a_g$  da utilizzare nella progettazione:

Lat. | 38° 15' 6.19" N  
 Long. | 15° 34' 39.73" E

$a_{g-SLV}$  | 0.411  
 $a_{g-SLD}$  | 0.157



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 B, 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  
 $S_{S-SLD}$  | 1.2  
 $S_T$  | 1  
 $a_{max-SLV}$  |  $a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.411$   
 $a_{max-SLD}$  |  $a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.188$

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. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

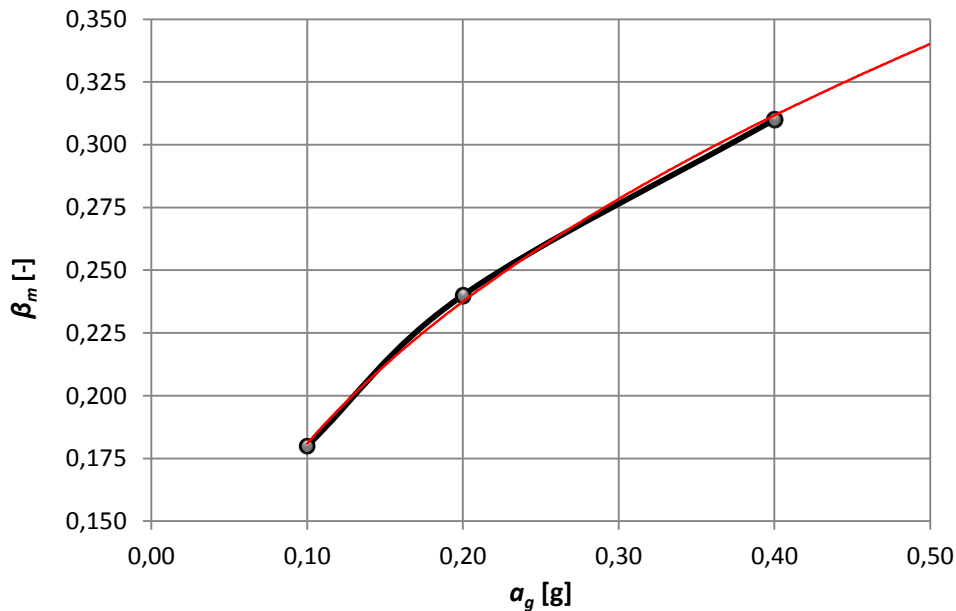




Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

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  $\beta_m$  non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I 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. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

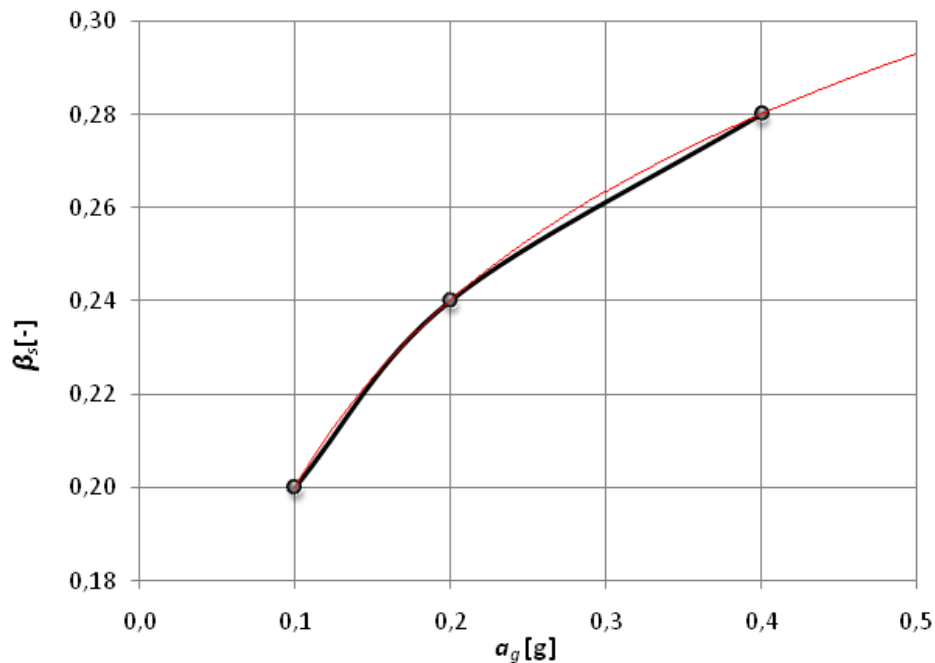


Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

Cautelativamente si è assunto  $\beta_s = 0.30$ .

## 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;
- getto in c.a. del piano di appoggio (che dovrà essere perfettamente piano);
- getto della suola di stabilizzazione (fondazione) e contemporaneo raccordo dell'elevazione (prefabbricata);
- riempimento orizzontale a tergo del muro.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9 ANALISI MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI

### 9.1 Classificazione delle azioni

#### AZIONI PERMANENTI (G)

- Pesi Propri: prefabbricato, fondazione e terreno sulla fondazione;
- Spinte del terreno: l'interazione terreno-struttura è tale da consentire che si sviluppi un regime di spinta attiva.

#### AZIONI VARIABILI (Q)

- Sovraccarico accidentale dovuto alla presenza di veicoli di 2000 daN/mq (Q1).

#### AZIONI SISMICHE (E)

Parametri sismici adottati:

- Tempo di Ritorno: 1898 Anni
- Categoria Sottosuolo: B

### 9.2 Combinazioni delle azioni

Con riferimento al D.M. 14/01/2008, rispettivamente alle tabelle 6.2.I e 2.5.I, si riportano i coefficienti parziali sulle azioni sfavorevoli ( $\gamma$ ) e i coefficienti di combinazione ( $\psi$ ) adottati nei calcoli:

#### COMBINAZIONI SLU

COMBINAZIONE	PERMANENTI		ACCIDENTALI		SISMA		URTO	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Comb A1+M1	1.3	1.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb A2+M2	1.0	1.0	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb EQU	1.1	1.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma	1.0	1.0	1.0 (*)	1.0 (*)	1.0	0.0	0.0	0.0
URTO	1.0	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0

(\*): Il sovraccarico accidentale di progetto adottato nei calcoli in fase sismica risulta pari a 10 kPa

#### COMBINAZIONI SLE

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

COMBINAZIONE	PERMANENTI		ACCIDENTALI		SISMA		URTO	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
RARA	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FREQUENTE	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Q. PERMANENTE	1.0	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma	1.0	1.0	1.0 (*)	1.0 (*)	1.0	0.0	0.0	0.0



(\*): Il sovraccarico accidentale di progetto adottato nei calcoli in fase sismica risulta pari a 10 kPa

Le azioni corrispondenti all'urto e alle fasi sismiche sono indicate rispettivamente nel paragrafo 5.2 e nel capitolo 7.

I sovraccarichi permanenti non strutturali risultano compiutamente definiti e quindi, come consentito dalla normativa vigente, sono stati adottati i medesimi coefficienti parziali dei carichi permanenti strutturali.

Nel caso di azioni favorevoli si adottano i coefficienti parziali sulle azioni indicate dalla tabella 6.2.I del D.M. 14/01/2008 – par. 6.2.3.1.1, riassunte nella tabella seguente.

CARICHI	EFFETTO	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	Favorevole	0.9	1.0	1.0
Variabili	Favorevole	0.0	0.0	0.0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 9.3 Caratteristiche geometriche del muro

L'analisi viene condotta prendendo come riferimento un **elemento modulare prefabbricato di larghezza 2.50 m**, considerando il contributo delle **due nervature di irrigidimento** a tergo del paramento verticale.

Le nervature di irrigidimento di spessore 15/18 cm presentano un primo tratto a sezione costante di altezza  $h=30$  cm ed un secondo ad altezza variabile secondo un'inclinazione del 20% sulla verticale. Il paramento può essere verticale o inclinato fino ad un massimo del 10%, anche se a favore di sicurezza nel dimensionamento si considera sempre verticale. Le due nervature sono collegate fra loro da una soletta di spessore costante  $s=10$  cm.

I bordi presentano un giunto "a sella" maschio-femmina in modo da trattenere i materiali e da permettere il montaggio degli elementi anche seguendo una curva, sia concava che convessa.

Alla base del muro le nervature presentano ciascuna un'apertura trasversale per il passaggio delle armature della trave di collegamento che si realizza fra i pannelli; l'altezza dell'apertura viene determinata in base all'altezza della suola di stabilizzazione, assicurando un adeguato ricoprimento dell'armatura superiore della trave.

I muri in oggetto sono tipo "T" dove il tipo di fondazione è sia a monte che a valle.

### 9.4 Verifiche di stabilità e verifiche strutturali – SLU

#### 9.4.1 Verifica a capacità portante

La valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali viene condotta in accordo all'equazione:

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

Le espressioni che forniscono i valori dei fattori di capacità portante (N) e dei fattori correttivi (s, i, b, g) sono riportate nella tabella seguente:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Fattori di capacità portante	$N_c$	$(Nq-1)\cot\phi$	Hansen
	$N_\gamma$	$1,5*(Nq-1)\tan\phi$	Hansen
	$N_q$	$e^{\pi\tan\phi}\tan^2(45+\phi/2)$	Hansen
Fattori correttivi	forma		
	$s_c$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_\gamma$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_q$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	approfondimento		
	$d_c$	$1+0,4k$	Hansen e Vesic
	$d_\gamma$	1	Hansen e Vesic
	$d_q$	$1+2\tan\phi(1-\sin\phi)k$	Hansen e Vesic
	Inclinazione carico		
	$i_c$	$i_q - (1-i_q)/(Nq-1)$	Hansen e Vesic
	$i_\gamma$	$(1-(0,7*H)/(N+B'*c*\cot\phi))^5$	Hansen
	$i_q$	$(1-(0,5*H)/(N+B'*c*\cot\phi))^5$	Hansen
	Inclinazione fondazione*		
	$b_c$	$1-\eta/147^\circ$	Hansen
	$b_\gamma$	$\exp(-2,7*\eta\tan\phi)$	Hansen
	$b_q$	$\exp(-2*\eta\tan\phi)$	Hansen
	Inclinazione piano campagna**		
$g_c$	$gq-[(1-gq)/(Nc*\tan\phi)]$	Hansen	
$g_\gamma$	$(1-\tan\beta)^2$	Hansen	
$g_q$	$g_\gamma$	Hansen	

\* $\eta$  = inclinazione base fondazione

\*\* $\beta$  = inclinazione pendio (dipende dall'angolo d'inclinazione del rilevato e dall'altezza del rilevato)

Tabella 1 – Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate

Le formule utilizzate si riferiscono alla fondazione efficace equivalente ovvero quella fondazione rispetto alla quale il carico verticale N risulta centrato; la fondazione equivalente è caratterizzata dalle dimensioni B' e L' valutate sulla base dei criteri proposti da Meyerhof.

Il coefficiente di sicurezza a capacità portante è dato da:

$$F_s = \frac{q_{lim}-q}{q_{amm} - q}$$



dove:

$q_{lim}$  = capacità portante limite del terreno

$q$  = pressione verticale efficace agente alla quota di imposta della fondazione

$q_{amm}$  = pressione verticale uniforme sulla fondazione di area ridotta (N/Br)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$F_s$  = coefficiente di sicurezza ( $R1;R2;R3 < k_p$ )

## 9.5 Verifiche S.L.E.

Due sono le verifiche condotte:

1. Verifiche a fessurazione;
2. Verifiche delle tensioni di esercizio

### 9.5.1 Verifica a fessurazione

Secondo le prescrizioni riportate nella norma UNI EN 206-1 il muro prefabbricato tipo "Paver" può essere soggetto alle condizioni ambientali corrispondenti alle seguenti classi di esposizione: XF4.

Per la definizione del limite di apertura delle fessure si assumono i seguenti parametri:

- Condizioni ambientali aggressive
- Armature poco sensibili

quindi

- combinazione frequente :  $w_k = 1.7 \cdot w_m < w_2 = 0,3 \text{ mm}$
- combinazione quasi permanente :  $w_k = 1.7 \cdot w_m < w_3 = 0,2 \text{ mm}$

### 9.5.2 Verifica delle tensioni di esercizio

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### 4.1.2.2.5 *Verifica delle tensioni di esercizio*

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

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

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

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)} \quad (4.1.40)$$



$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad (4.1.41)$$

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

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

Per l'acciaio avente caratteristiche corrispondenti a quanto indicato al Cap. 11, la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

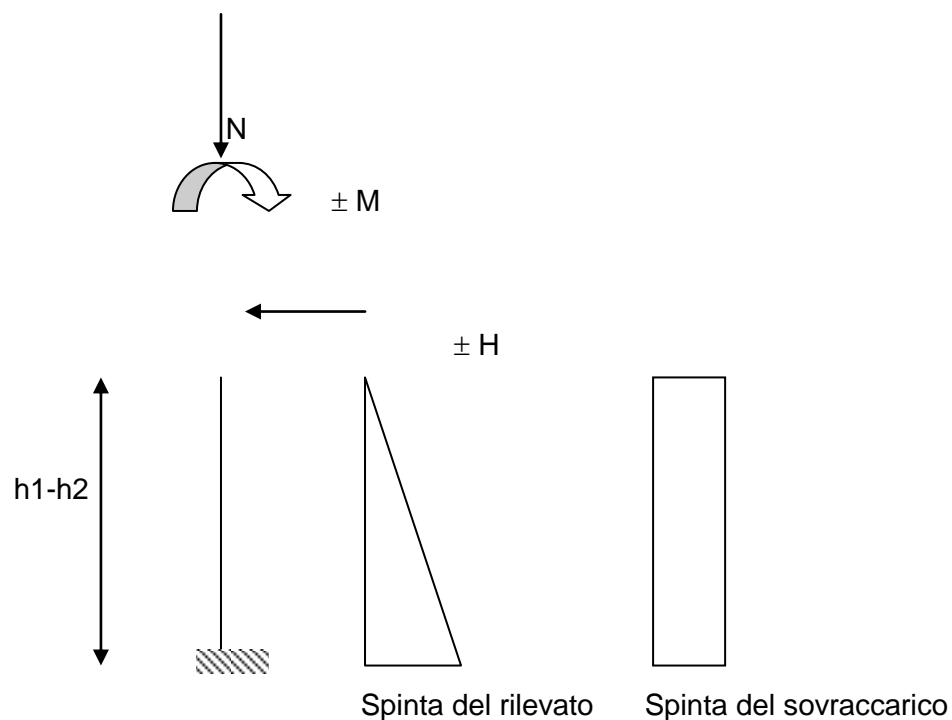
$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} \quad (4.1.42)$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9.6 Verifiche pannello prefabbricato

### 9.6.1 Verifica a flessione nel piano verticale

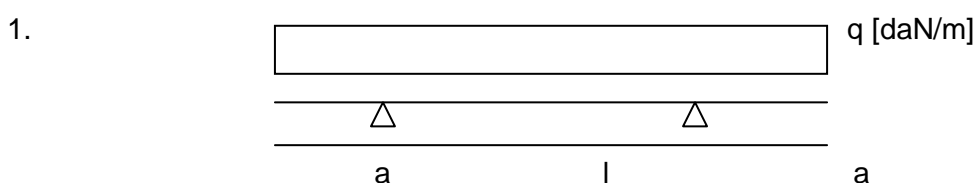
Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nella fondazione, secondo lo schema seguente:





Viene condotta una verifica a presso flessione di un'equivalente sezione a T, con una sola nervatura data dalla somma delle due nervature, a partire dal bordo superiore del paramento prefabbricato, con passo di esplorazione "d"

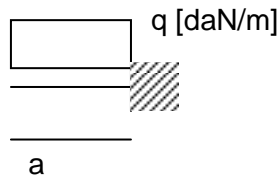
### 9.6.2 Verifica a flessione nel piano orizzontale

Gli schemi statici adottabili per la verifica della soletta nel piano orizzontale sono i seguenti :

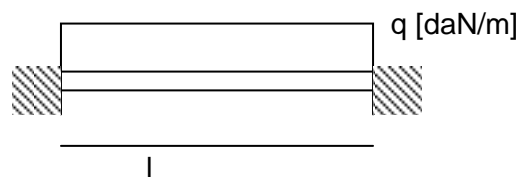


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.



3.



In quanto per le caratteristiche geometriche del pannello è sempre  $a > l/2$  lo schema di carico più gravoso si ha per la condizione 2, per cui nel calcolo si adotta lo schema di mensola incastrata nella nervatura.

Viene valutato lo sforzo di flessione a cui sono sottoposti i due sbalzi laterali del pannello, alla sezione d'attacco con le nervature verticali.

### 9.6.3 Verifica a taglio

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008:

#### 4.1.2.1.3.2 Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \quad (4.1.16)$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.17)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

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

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha \quad (4.1.18)$$

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^3\theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

dove  $d$ ,  $b_w$  e  $\sigma_{cp}$  hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale;		
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive;		
$\alpha$	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;		
$f'_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$ );		
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrane non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

## 9.7 Soletta di fondazione

### 9.7.1 Verifica a flessione

Si verifica la sezione resistente della soletta di fondazione, sollecitata a momento flettente per effetto del carico del terreno insistente su di essa, del sovraccarico e della reazione scambiata all'interfaccia con il terreno d'appoggio.

Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nel cordolo armato passante nei fori delle nervature stesse.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9.8 Verifiche

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo delle diverse sezioni considerate, in cui il simbolo H corrisponde all'altezza totale dei muri comprensiva di fondazione. Per il muro in oggetto sono state considerate le geometrie di seguito descritte.

1. Muro H=6.60 m: spessore della fondazione pari a 0.60 m ed altezza del paramento massimo pari a 6 m
2. Muro H=7.70 m: spessore della fondazione pari a 0.70 m ed altezza del paramento variabile da 6 a 7 m
3. Muro H=8.80 m: spessore della fondazione pari a 0.80 m ed altezza del paramento variabile da 7 a 8 m
4. Muro H=10.10 m: spessore della fondazione pari a 1.00 m ed altezza del paramento variabile da 8 a 9.1 m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO H = 6,60 m**

Approccio **1** Muro Tipo **T**

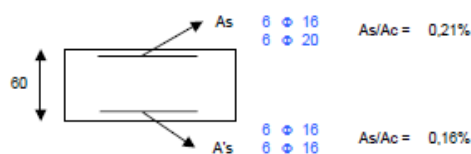
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m <sup>2</sup>	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m <sup>2</sup>	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m <sup>2</sup>	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momme	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso		Cu	SLV	SLD
	Vita Nominale	anni	Vn	2	2
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	100	100
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	200	200
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	1.898	201
	fattore di amplificazione spettrale		F0	0,411	0,157
	periodo d'inizio	sec	Tc*	2,477	2,389
	Categoria sottosuolo			0,417	0,339
	Categoria topografica			B	B
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	T1	T1
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,20
				1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	6,60	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>0</sub>	1,02	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,22	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	6.550	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,32	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,60	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,60	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,60	
	Larghezza fondazione	m	l	3,60	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,80	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,70	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,60	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	1.850	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	$k_T$	1,49	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,71	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO	$k_p$	1,14	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	3,03	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

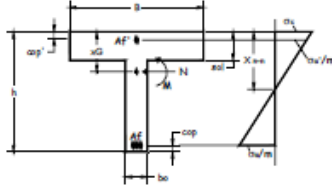
*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

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

3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,25 1,27
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	2,72 2,81
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	10 < $\sigma_c$ lim 150 566 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	31.333 > Me 6356,48
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	6 < $\sigma_c$ lim 112,5 31.333 > Me 5253,07
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	41 < $\sigma_c$ lim 150 2.548 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4 $\phi$ 12		
Af 1	4 $\phi$ 20		
Af 2	4 $\phi$ 22	L 2	5,10 m
Af 3	4 $\phi$ 18	L 3	3,46 m
Af 4	4 $\phi$ 18	L 4	1,83 m
Af 5	0 $\phi$ 0	L 5	0,00 m

SLU								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>2d</sub>	N <sub>2d</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Vrzd	Vrzd	Vrzd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	Mu/M <sub>2d</sub>	daN	daN	daN
136	30	12,57	4,52	9782	1488	11906	1,22	10942	43548	6810
164	32,7	15,21	4,52	11683	1786	15822	1,35	12126	48257	7792
273	54,5	23,25	4,52	22191	2977	42697	1,92	21561	85808	12678
436	87,3	31,29	4,52	49496	4763	95553	1,93	35714	142134	22878
600	120,0	31,29	4,52	95612	6549	134746	1,41	49867	198460	36522

SISMICO								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>2d</sub>	N <sub>2d</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Vrzd	Vrzd	Vrzd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	Mu/M <sub>2d</sub>	daN	daN	daN
136	30	12,57	4,52	10866	1488	11906	1,10	10942	43548	7945
164	32,7	15,21	4,52	13272	1786	15822	1,19	12126	48257	9199
273	54,5	23,25	4,52	26903	2977	42697	1,59	21561	85808	15320
436	87,3	31,29	4,52	62712	4763	95553	1,52	35714	142134	27819
600	120,0	31,29	4,52	122778	6549	134746	1,10	49867	198460	44297

SLE								FREQUENTE		RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	zmm	Me	zsm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_s$ <3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	wk	$\sigma_c$	$\sigma_s$	
136	30	12,57	4,52	3809	-	889	-	Mcr>Me	8	384	
164	32,7	15,21	4,52	4880	-	1371	-	Mcr>Me	10	450	
273	54,5	23,25	4,52	13706	0	5133	-	Mcr>Me	12	615	
436	87,3	31,29	4,52	32164	0	18226	-	Mcr>Me	17	893	
600	120,0	31,29	4,52	51296	-	44074	-	Mcr>Me	24	1485	

QUASI PERMANENTE			
Me	zsm-zcm	wk	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
687	-	Mcr>Me	4
1109	-	Mcr>Me	5
4404	-	Mcr>Me	8
18361	-	Mcr>Me	12
40548	-	Mcr>Me	19

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	10 $\phi$ 6	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,53 1,27
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	49 < $\sigma_c$ lim 210 1.802 < $\sigma_s$ lim 3520	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	117 > Me 85	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	44 < $\sigma_c$ lim 157,5 117 > Me 82	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	55 < $\sigma_c$ lim 210 2.068 < $\sigma_s$ lim 3520	



MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 7,70 m**

Approccio 1 Muro Tipo T

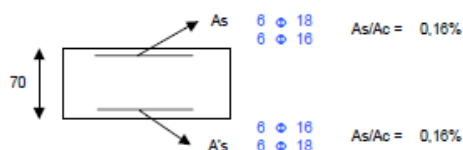
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m <sup>2</sup>	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m <sup>2</sup>	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m <sup>2</sup>	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso	IV			
	Vita Nominale	anni	Cu	SLV	SLD
	Periodo di Riferimento	anni	Vn	2	2
	Tempo di Ritorno	anni	Vr	100	100
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	Tr	200	200
	fattore di amplificazione spettrale		ag(g)	1.898	201
	periodo d'inizio	sec	F0	0,411	0,157
	Categoria sottosuolo		Tc*	2,477	2,369
	Categoria topografica			0,417	0,339
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	B	B
	Fattore di amplificazione topografica		St	T1	T1
				1,00	1,20
				1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	7,70	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>0</sub>	1,55	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,35	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	8.850	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,54	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,70	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,70	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,70	
	Larghezza fondazione	m	l	4,10	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,20	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,80	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,50	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m <sup>3</sup>	$\gamma$	1.850	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	$k_T$	1,42	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,77	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO	$k_p$	1,05	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	3,24	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

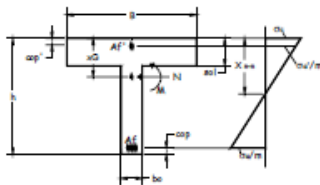
Codice documento  
SS0496\_F0.docx

Rev F0  
Data 20/06/2011

3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_R$ $M_u / M_R$	1,31 1,12
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_R$ $M_u / M_R$	1,67 1,62
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	9 < $\sigma_c$ lim 150 558 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	41.801 > Me 6768,57
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	5 < $\sigma_c$ lim 112,5 41.801 > Me 5645,54
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	34 < $\sigma_c$ lim 150 2.052 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

**4a) Verifica prefabbricato**



Af'	4	12		
Af 1	4	20	L 2	6,20 m
Af 2	4	22	L 3	5,29 m
Af 3	4	20	L 4	2,38 m
Af 4	4	18	L 5	0,00 m
Af 5	0	0		

SLU								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	K <sub>a</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>Rd</sub>	v <sub>rsd</sub>	v <sub>rsd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1,00	daN	daN
127	30	12,57	4,52	9203	1609	11914	1,29	10942	43548	6504
159	31,8	15,21	4,52	11351	2011	15320	1,35	11726	46667	7623
191	38,2	27,77	4,52	13852	2414	33799	2,44	14478	57621	8871
477	95,5	37,95	4,52	59062	6034	127222	2,15	39250	156207	25972
700	140,0	37,95	4,52	135477	8850	192183	1,42	58517	232885	46663

SISMICO								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	K <sub>a</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>Rd</sub>	v <sub>rsd</sub>	v <sub>rsd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1,00	daN	daN
127	30	12,57	4,52	10184	1609	11914	1,17	10942	43548	7611
159	31,8	15,21	4,52	12913	2011	15320	1,19	11726	46667	9057
191	38,2	27,77	4,52	16144	2414	33799	2,09	14478	57621	10653
477	95,5	37,95	4,52	75799	6034	127222	1,68	39250	156207	31791
700	140,0	37,95	4,52	175507	8850	192183	1,09	58517	232885	56654

SLE				FREQUENTE			RARA			
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	Mcr	esm	Me	esm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_s$ <3520
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
127	30	12,57	4,52	3809	-	733	-	Mcr>Me	7	314
159	31,8	15,21	4,52	4661	-	1278	-	Mcr>Me	10	427
191	38,2	27,77	4,52	8958	0	2029	-	Mcr>Me	8	301
477	95,5	37,95	4,52	40535	0	23335	-	Mcr>Me	18	840
700	140,0	37,95	4,52	70327	-	88008	-	Mcr>Me	29	1547

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-tcm	wk	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
575	-	Mcr>Me	3
1030	-	Mcr>Me	5
1672	-	Mcr>Me	6
21103	-	Mcr>Me	13
63207	-	Mcr>Me	23

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	10 $\phi$ 6	$M_u / M_R$ $M_u / M_R$	1,35 1,12
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	55 < $\sigma_c$ lim 210 2.056 < $\sigma_s$ lim 3520	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	137 > Me 114	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	50 < $\sigma_c$ lim 157,5 137 > Me 111	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	63 < $\sigma_c$ lim 210 2.353 < $\sigma_s$ lim 3520	

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 8,80 m**

Approccio **1** Muro Tipo **T**

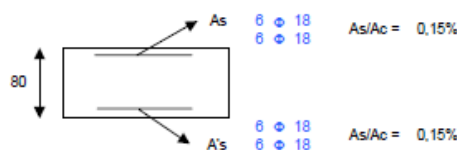
**1 DATI DI PROGETTO**

<b>1a)</b>	<b>Dati geotecnici</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	2.000
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0
	Coesione	daN / cm2	c	0
<b>1b)</b>	<b>Carichi agenti</b>			
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mom e	3.333
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00
<b>1c)</b>	<b>Dati sismici</b>			
	Classe d'Uso	IV	Cu	SLV 2 SLD 2
	Vita Nominale	anni	Vn	100 100
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	200 200
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	1.898 201
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	0,411 0,157
	fattore di amplificazione spettrale		F0	2,477 2,369
	periodo d'inizio	sec	Tc'	0,417 0,339
	Categoria sottosuolo		B	B
	Categoria topografica		T1	T1
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,00 1,20
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00 1,00
<b>1d)</b>	<b>Morfologia del muro</b>			
	Altezza del muro	m	h1	8,80
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	1,91
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,41
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	10.800
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,78
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,38
	Spessore soletta	m	sol	0,10
<b>1e)</b>	<b>Morfologia della fondazione</b>			
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,80
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,80
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,80
	Larghezza fondazione	m	l	4,70
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,50
	Larghezza suola fondazione a monte	m	lf	3,10
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,80
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00
<b>1f)</b>	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.850
	Coesione	daN / cm2	c	0
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

<b>2a)</b>	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	$k_T$	1,41	> 1,00
<b>2b)</b>	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,90	> 1,00
<b>2c)</b>	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO	$k_p$	1,08	> 1,00
				$\sigma_{max}$	3,45	daN / cm2
				$\sigma_{min}$	0,01	daN / cm2

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

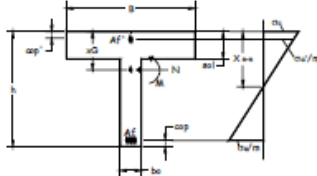
Codice documento  
SS0496\_F0.docx

Rev  
F0  
Data  
20/06/2011

3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u/M_d$ $M_u/M_d$	1,42 1,08
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u/M_d$ $M_u/M_d$	1,38 1,28
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	8 527	$< \sigma_c$ lim 150 $< \sigma_c$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	54.601	$> Me$ 8383,41
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	5 54.601	$< \sigma_c$ lim 112,5 $> Me$ 7082,2
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	37 2.374	$< \sigma_c$ lim 150 $< \sigma_c$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	φ 12			
Af 1	4	φ 22	L 2	7,30	m
Af 2	4	φ 22	L 3	5,75	m
Af 3	4	φ 22	L 4	2,21	m
Af 4	4	φ 22	L 5	0,00	m
Af 5	0	φ 0			

SLU										STAFFE		diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>0</sub>	N <sub>0</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>0</sub>	Vrzd	Vrzd	Vsd	8	30
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	daN	daN	daN
145	30	15,21	4,52	10388	1963	14214	1,37	19299	43203	7126			
2	182	38,4	15,21	4,52	13026	2454	1,38	24202	54178	8500			
3	255	50,9	30,41	4,52	20076	3436	2,55	35384	79212	11757			
4	618	123,6	45,62	4,52	102140	8345	2,08	91298	204381	38251			
5	800	180,0	45,62	4,52	185661	10799	1,43	119255	266966	57876			

SISMICO										STAFFE		diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>0</sub>	N <sub>0</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>0</sub>	Vrzd	Vrzd	Vsd	8	30
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	daN	daN	daN
145	30	15,21	4,52	11887	1963	14214	1,20	19299	43203	8673			
2	182	38,4	15,21	4,52	15493	2454	1,15	24202	54178	10498			
3	255	50,9	30,41	4,52	24925	3436	2,05	35384	79212	14737			
4	618	123,6	45,62	4,52	135789	8345	1,48	91298	204381	47698			
5	800	180,0	45,62	4,52	246245	10799	1,08	119255	266966	71533			

SLE										FREQUENTE			RARA		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	K <sub>a</sub>	sm	Me	esm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210	$\sigma_c$ <3520					
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>					
145	30	15,21	4,52	4224	-	1020	-	Mcr>Me	9	368					
2	182	38,4	15,21	4,52	5757	1781	-	Mcr>Me	10	500					
3	255	50,9	30,41	4,52	14472	0	4279	-	Mcr>Me	11	430				
4	618	123,6	45,62	4,52	64397	0	47920	-	Mcr>Me	24	1052				
5	800	180,0	45,62	4,52	92992	106	99249	0,00	0,05	33	1612				

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-cm	wk	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
813	-	Mcr>Me	5
1487	-	Mcr>Me	6
3644	-	Mcr>Me	7
44177	-	Mcr>Me	19
92980	-	Mcr>Me	27

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>		$M_u/M_d$ $M_u/M_d$	1,77 1,48
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	54 1.573	$< \sigma_c$ lim 210 $< \sigma_c$ lim 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	165	$> Me$ 148
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	50 165	$< \sigma_c$ lim 157,5 $> Me$ 145
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	62 1.810	$< \sigma_c$ lim 210 $< \sigma_c$ lim 3520

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 10,10 m**

Approccio **1** Muro Tipo **T**

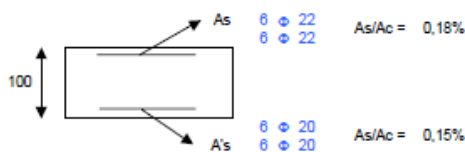
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	2.000	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	25	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	0	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	3.333	
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0	
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	0	
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mom e	3.333	
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	0	
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,00	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso		Cu	SLV	SLD
	Vita Nominale	anni	Vn	2	2
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	100	100
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	200	200
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	1,898	201
	fattore di amplificazione spettrale		F0	0,411	0,157
	periodo d'inizio	sec	Tc*	2,477	2,369
	Categoria sottosuolo			0,417	0,339
	Categoria topografica			B	B
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	T1	T1
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,20
				1,00	1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	10,10	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	1,97	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,47	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	12.925	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	2,02	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	1,00	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	1,00	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	1,00	
	Larghezza fondazione	m	l	5,60	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,50	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	4,00	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	2,28	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.850	
	Coesione	daN / cm2	c	0	
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,40	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	$k_T$	1,50	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	SISMICA	$k_R$	2,14	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO	$k_{sp}$	1,34	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	3,92	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,20	daN / cm2

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

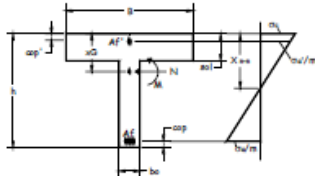
Codice documento  
SS0496\_F0.docx

Rev F0  
Data 20/06/2011

3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,39 1,07
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,97 1,65
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	8 < $\sigma_c$ lim 150 481 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	86.815 > Me 14330,2
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	5 < $\sigma_c$ lim 112,5 86.815 > Me 12094,5
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	40 < $\sigma_c$ lim 150 2.347 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4 $\phi$ 12	
Af1	4 $\phi$ 20	
Af2	4 $\phi$ 24	L2 8,60 m
Af3	4 $\phi$ 22	L3 7,03 m
Af4	4 $\phi$ 20	L4 4,46 m
Af5	4 $\phi$ 20	L5 2,40 m



SLU								K <sub>a</sub>		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub>	diam. [mm]	passo [cm]	V <sub>rd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daNm	daN	daNm	>1.00	daN	8	30	daN	
124	30	12,57	4,52	9005	1762	11861	1,32	19222	43031	6399		
185	33,1	18,10	4,52	11819	2350	18863	1,60	21609	48374	7861		
207	41,4	33,30	4,52	15245	2937	43986	2,89	27969	62612	9543		
3	455	91,0	45,87	4,52	53696	6462	145019	2,70	66131	148041	24258	
4	662	132,4	58,43	4,52	119084	9399	275001	2,31	97932	219232	42574	
5	910	182,0	58,43	4,52	254415	12924	387034	1,52	136094	304661	71815	

SISMICO								K <sub>a</sub>		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>u</sub> /M <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub>	diam. [mm]	passo [cm]	V <sub>rd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daNm	daN	daNm	>1.00	daN	8	30	daN	
124	30	12,57	4,52	10564	1762	11861	1,12	19222	43031	8367		
185	33,1	18,10	4,52	14631	2350	18863	1,29	21609	48374	10551		
207	41,4	33,30	4,52	19702	2937	43986	2,23	27969	62612	12988		
3	455	91,0	45,87	4,52	77104	6462	145019	1,88	66131	148041	32927	
4	662	132,4	58,43	4,52	171846	9399	275001	1,60	97932	219232	56504	
5	910	182,0	58,43	4,52	361517	12924	387034	1,07	136094	304661	93150	

SLE								FREQUENTE			RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A	M <sub>cr</sub>	esm	Me	esm	wk	$\sigma_c$	$\sigma_s$		
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daNm	mm	daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		
124	30	12,57	4,52	3788	-	689	-	Mcr>Me	7	290		
185	33,1	18,10	4,52	5470	-	1410	-	Mcr>Me	9	375		
207	41,4	33,30	4,52	11309	0	2492	-	Mcr>Me	9	304		
3	455	91,0	45,87	4,52	42099	0	20446	-	Mcr>Me	17	646	
4	662	132,4	58,43	4,52	80928	0	58046	-	Mcr>Me	25	921	
5	910	182,0	58,43	4,52	126016	102	143293	0,00	0,06	37	1575	

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-esm	wk	$\sigma_c$
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
538	-	Mcr>Me	3
1142	-	Mcr>Me	5
2073	-	Mcr>Me	6
18419	-	Mcr>Me	12
53758	-	Mcr>Me	20
135181	0,00	0,05	31

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	15 $\phi$ 6	$M_u, M_d$ $M_u, M_d$	1,58 1,28
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	60 < $\sigma_c$ lim 210 1.765 < $\sigma_s$ lim 3520	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	wk [mm]	0 < 0,3	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	56 < $\sigma_c$ lim 157,5 188 > Me 186	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	71 < $\sigma_c$ lim 210 2.060 < $\sigma_s$ lim 3520	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10 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.

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

Le analisi di stabilità sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

facendo riferimento alle indicazioni riportate in precedenza; in particolare si assume:

$$\gamma_r \geq 1.1$$

Il sisma è stato rappresentato da un'accelerazione orizzontale e una verticale nelle due direzioni possibili.

Sono state affrontate le condizioni in fase statica e sismica assumendo le geometrie di scavo più sfavorevoli, corrispondenti ad un'altezza del muro da 6 a 9 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	18.5	32	0
Sabbie e ghiaie di Messina	18.5	32	0

Parametri geotecnici di progetto

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

$$\frac{a_g}{g} = 0.411$$

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

$$S_S = 1.0$$

$$S_T = 1.0$$

$$\beta_s = 0.30$$

$$\frac{a_{max}}{g} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.411 = 0.411$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.30 \cdot 0.411 = 0.1233$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2} = \pm 0.06165$$

dove:

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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

$g$  : accelerazione di gravità

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

$S_t$  : 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

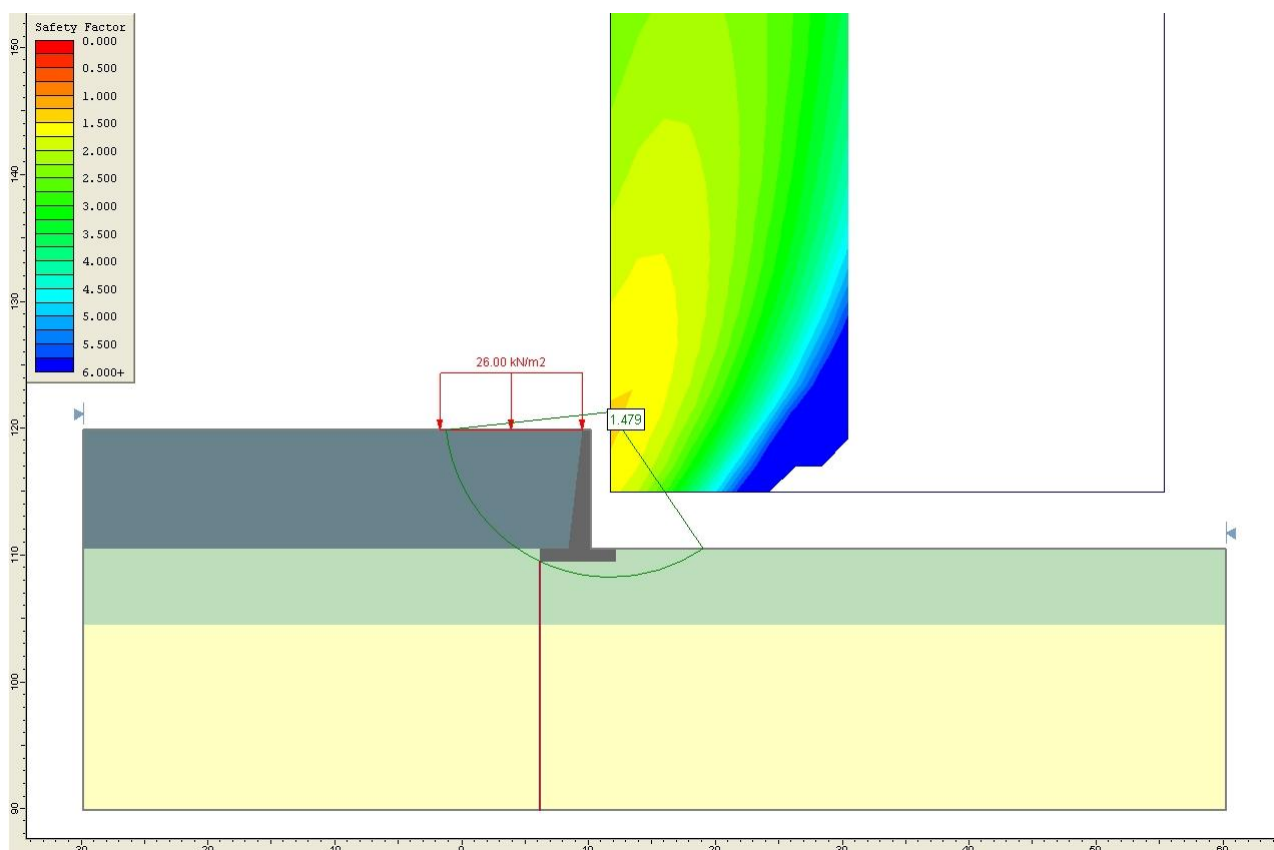
$k_v$  = coefficiente sismico verticale

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

-Caso	Fattore di sicurezza globale
statico	1.479
sismico	1.260

Risultati analisi di stabilità

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



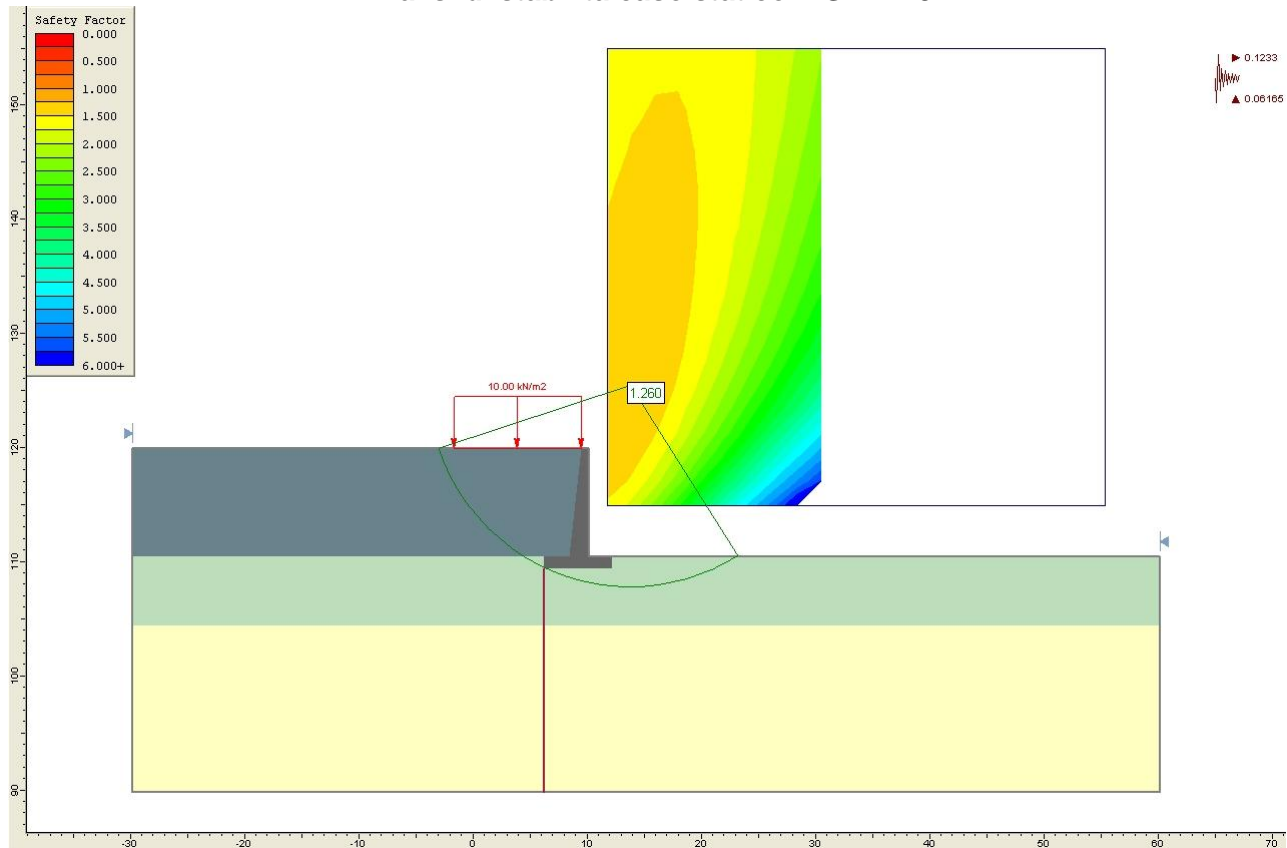
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0496\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

**Analisi di stabilità caso statico: FS=1.479**



**Analisi di stabilità caso sismico: FS=1.260**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMP A 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 TABULATI DI CALCOLO

### 11.1 Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

#### *Slide Analysis Information*

#### Document Name

File Name: Muro sostegno sv. Curcuraci 0+135 asse E  
0+069 rampa 5-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: sabbEghiME  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 19 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 4 kPa  
 Friction Angle: 32 degrees  
 Water Surface: None

#### Material: DepCostieri

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 30.8 degrees  
 Water Surface: None

#### 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

#### List of All Coordinates

#### Material Boundary

9.472	119.890
8.392	110.440
6.212	110.440
6.212	109.440
12.212	109.440
12.212	110.440
12.212	110.440

#### Material Boundary

-29.788	110.440
6.212	110.440

#### Material Boundary

-29.788	104.440
-29.788	104.440
60.212	104.440

#### External Boundary

-9.788	119.890
-29.788	119.890
-29.788	110.440
-29.788	104.890
-29.788	104.440
-29.788	89.890
60.212	89.890
60.212	104.440
60.212	110.440
12.212	110.440
10.212	110.440
10.212	119.890
9.472	119.890

#### Focus/Block Search Line

6.212	89.890
6.212	109.440

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*

SS0496\_F0.docx

*Rev*

F0

*Data*

20/06/2011

Search Grid

11.742	114.949
55.350	114.949
55.350	154.959
11.742	154.959

Distributed Load

9.472	119.890
-1.697	119.890

## 11.2 Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica

Raw Data for Minimum Circle Results				15.895	131.795	24.363	1.70897
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety	15.895	133.901	26.308	1.75108
11.742	114.949	7.806	1.62362	15.895	136.007	28.277	1.79867
11.742	117.055	9.411	1.51756	15.895	138.113	30.264	1.84694
11.742	119.161	11.184	1.48134	15.895	140.218	32.266	1.89666
11.742	121.266	13.056	1.47858	15.895	142.324	34.281	1.94807
11.742	123.372	14.990	1.52718	15.895	144.430	36.305	1.99901
11.742	125.478	16.965	1.59527	15.895	146.536	38.339	2.05010
11.742	127.584	18.968	1.66927	15.895	148.642	40.380	2.10111
11.742	129.690	20.991	1.74428	15.895	150.747	42.427	2.15188
11.742	131.795	23.029	1.81890	15.895	152.853	44.480	2.20167
11.742	133.901	25.079	1.89129	15.895	154.959	46.538	2.25160
11.742	136.007	27.137	1.96214	17.972	114.949	12.987	3.62296
11.742	138.113	29.201	2.03124	17.972	117.055	14.010	2.96034
11.742	140.218	31.272	2.09770	17.972	119.161	15.258	2.53305
11.742	142.324	33.346	2.16431	17.972	121.266	16.678	2.17534
11.742	144.430	35.425	2.22921	17.972	123.372	18.232	1.99590
11.742	146.536	37.506	2.29249	17.972	125.478	19.888	1.88934
11.742	148.642	39.590	2.35423	17.972	127.584	21.622	1.84036
11.742	150.747	41.676	2.41453	17.972	129.690	23.417	1.82782
11.742	152.853	43.764	2.47454	17.972	131.795	25.260	1.83241
11.742	154.959	45.854	2.53195	17.972	133.901	27.141	1.84909
13.819	114.949	9.392	1.97284	17.972	136.007	29.054	1.87259
13.819	117.055	10.764	1.71942	17.972	138.113	30.991	1.90185
13.819	119.161	12.343	1.58816	17.972	140.218	32.949	1.93545
13.819	121.266	14.062	1.52044	17.972	142.324	34.924	1.97187
13.819	123.372	15.874	1.50334	17.972	144.430	36.914	2.00970
13.819	125.478	17.751	1.53821	17.972	146.536	38.915	2.04954
13.819	127.584	19.674	1.58802	17.972	148.642	40.928	2.09052
13.819	129.690	21.631	1.64408	17.972	150.747	42.949	2.13227
13.819	131.795	23.614	1.70362	17.972	152.853	44.978	2.17454
13.819	133.901	25.617	1.76344	17.972	154.959	47.014	2.21544
13.819	136.007	27.635	1.82501	20.048	114.949	14.893	4.76775
13.819	138.113	29.665	1.88652	20.048	117.055	15.794	3.95945
13.819	140.218	31.705	1.94923	20.048	119.161	16.910	3.30032
13.819	142.324	33.753	2.01014	20.048	121.266	18.202	2.83807
13.819	144.430	35.808	2.07018	20.048	123.372	19.636	2.53946
13.819	146.536	37.868	2.13053	20.048	125.478	21.182	2.31362
13.819	148.642	39.933	2.18848	20.048	127.584	22.818	2.16223
13.819	150.747	42.002	2.24544	20.048	129.690	24.526	2.09726
13.819	152.853	44.075	2.30140	20.048	129.690	26.291	2.06343
13.819	154.959	46.150	2.35641	20.048	131.795	28.104	2.04707
15.895	114.949	11.141	2.69474	20.048	133.901	29.954	2.04350
15.895	117.055	12.319	2.18866	20.048	136.007	29.954	2.04350
15.895	119.161	13.721	1.92387	20.048	138.113	31.837	2.04932
15.895	121.266	15.285	1.75857	20.048	140.218	33.746	2.06132
15.895	123.372	16.967	1.67310	20.048	142.324	35.677	2.07956
15.895	125.478	18.735	1.64000	20.048	144.430	37.627	2.10194
15.895	127.584	20.566	1.65012	20.048	146.536	39.593	2.12757
15.895	129.690	22.446	1.67497	20.048	148.642	41.572	2.15580
				20.048	150.747	43.563	2.18452
				20.048	152.853	45.565	2.21634

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

20.048	154.959	47.576	2.24872	28.355	123.372	26.161	6.13499
22.125	114.949	18.124	6.03564	28.355	125.478	27.341	5.50415
22.125	117.055	17.641	5.09500	28.355	127.584	28.627	4.98497
22.125	119.161	18.647	4.23784	28.355	129.690	30.006	4.55952
22.125	121.266	19.827	3.65075	28.355	131.795	31.465	4.25818
22.125	123.372	21.150	3.21288	28.355	133.901	32.995	4.01400
22.125	125.478	22.593	2.91751	28.355	136.007	34.585	3.82184
22.125	127.584	24.134	2.69666	28.355	138.113	36.228	3.68313
22.125	129.690	25.754	2.53531	28.355	140.218	37.916	3.57240
22.125	131.795	27.441	2.42348	28.355	142.324	39.645	3.46791
22.125	133.901	29.182	2.34212	28.355	144.430	41.408	3.39084
22.125	136.007	30.968	2.30710	28.355	146.536	43.202	3.32400
22.125	138.113	32.793	2.28536	28.355	148.642	45.023	3.25775
22.125	140.218	34.649	2.27221	28.355	150.747	46.868	3.20765
22.125	142.324	36.532	2.26925	28.355	152.853	48.734	3.15600
22.125	144.430	38.439	2.27272	28.355	154.959	50.619	3.10402
22.125	146.536	40.365	2.28149	30.431	114.949	24.838	-112.00000
22.125	148.642	42.309	2.29225	30.431	117.055	25.388	-112.00000
22.125	150.747	44.267	2.30896	30.431	119.161	29.152	9.19009
22.125	152.853	46.238	2.32846	30.431	121.266	30.275	8.23214
22.125	154.959	48.221	2.35023	30.431	123.372	31.136	7.40269
24.201	114.949	18.814	7.64392	30.431	125.478	30.407	6.62066
24.201	117.055	20.840	6.34026	30.431	127.584	30.586	6.01351
24.201	119.161	20.448	5.52311	30.431	129.690	31.570	5.53876
24.201	121.266	21.529	4.60485	30.431	131.795	32.960	5.11353
24.201	123.372	22.754	4.05084	30.431	133.901	34.423	4.77334
24.201	125.478	24.101	3.62303	30.431	136.007	35.950	4.51503
24.201	127.584	25.551	3.32799	30.431	138.113	37.533	4.33593
24.201	129.690	27.087	3.10462	30.431	140.218	39.165	4.16755
24.201	131.795	28.695	2.93143	30.431	142.324	40.841	4.03596
24.201	133.901	30.364	2.82160	30.431	144.430	42.555	3.92820
24.201	136.007	32.085	2.73125	30.431	146.536	44.302	3.83575
24.201	138.113	33.849	2.64749	30.431	148.642	46.080	3.75429
24.201	140.218	35.650	2.56766	30.431	150.747	47.884	3.67812
24.201	142.324	37.484	2.54016	30.431	152.853	49.712	3.61789
24.201	144.430	39.344	2.52199	30.431	154.959	51.561	3.56243
24.201	146.536	41.228	2.51265	32.508	114.949	26.867	-103.00000
24.201	148.642	43.133	2.50811	32.508	117.055	27.376	-103.00000
24.201	150.747	45.055	2.50863	32.508	119.161	28.035	-1000.00000
24.201	152.853	46.993	2.51330	32.508	121.266	28.833	-1000.00000
24.201	154.959	48.945	2.52147	32.508	123.372	29.759	-1000.00000
26.278	114.949	20.809	-112.00000	32.508	125.478	30.801	-1000.00000
26.278	117.055	24.976	7.54603	32.508	127.584	31.948	-1000.00000
26.278	119.161	24.582	6.71015	32.508	129.690	33.189	-1000.00000
26.278	121.266	24.401	5.90514	32.508	131.795	34.515	-1000.00000
26.278	123.372	24.429	5.02935	32.508	133.901	35.914	-1000.00000
26.278	125.478	25.688	4.49317	32.508	136.007	37.380	-1000.00000
26.278	127.584	27.053	4.06923	32.508	138.113	38.905	-1000.00000
26.278	129.690	28.508	3.77818	32.508	140.218	40.482	-1000.00000
26.278	131.795	30.040	3.53404	32.508	142.324	42.105	-1000.00000
26.278	133.901	31.639	3.35932	32.508	144.430	43.770	-1000.00000
26.278	136.007	33.294	3.23345	32.508	146.536	45.471	-1000.00000
26.278	138.113	34.997	3.13264	32.508	148.642	47.205	-1000.00000
26.278	140.218	36.742	3.04720	32.508	150.747	48.967	-1000.00000
26.278	142.324	38.523	2.97831	32.508	152.853	50.756	-1000.00000
26.278	144.430	40.336	2.91407	32.508	154.959	52.569	-1000.00000
26.278	146.536	42.176	2.85219	34.584	114.949	28.903	-1000.00000
26.278	148.642	44.039	2.79814	34.584	117.055	29.377	-1000.00000
26.278	150.747	45.924	2.78007	34.584	119.161	29.992	-1000.00000
26.278	152.853	47.827	2.76904	34.584	121.266	30.739	-1000.00000
26.278	154.959	49.746	2.76167	34.584	123.372	31.609	-1000.00000
28.355	114.949	22.818	-112.00000	34.584	125.478	32.592	-1000.00000
28.355	117.055	24.981	9.09932	34.584	127.584	33.678	-1000.00000
28.355	119.161	27.998	7.89837	34.584	129.690	34.858	-1000.00000
28.355	121.266	28.064	7.06853	34.584	131.795	36.122	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

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

34.584	133.901	37.461 -1000.00000	40.814	144.430	49.210 -1000.00000
34.584	136.007	38.869 -1000.00000	40.814	146.536	50.729 -1000.00000
34.584	138.113	40.338 -1000.00000	40.814	148.642	52.289 -1000.00000
34.584	140.218	41.861 -1000.00000	40.814	150.747	53.885 -1000.00000
34.584	142.324	43.433 -1000.00000	40.814	152.853	55.516 -1000.00000
34.584	144.430	45.048 -1000.00000	40.814	154.959	57.178 -1000.00000
34.584	146.536	46.702 -1000.00000	42.891	114.949	37.090 -1000.00000
34.584	148.642	48.392 -1000.00000	42.891	117.055	37.461 -1000.00000
34.584	150.747	50.113 -1000.00000	42.891	119.161	37.945 -1000.00000
34.584	152.853	51.863 -1000.00000	42.891	121.266	38.538 -1000.00000
34.584	154.959	53.638 -1000.00000	42.891	123.372	39.236 -1000.00000
36.661	114.949	30.944 -1000.00000	42.891	125.478	40.032 -1000.00000
36.661	117.055	31.387 -1000.00000	42.891	127.584	40.921 -1000.00000
36.661	119.161	31.963 -1000.00000	42.891	129.690	41.897 -1000.00000
36.661	121.266	32.665 -1000.00000	42.891	131.795	42.955 -1000.00000
36.661	123.372	33.485 -1000.00000	42.891	133.901	44.087 -1000.00000
36.661	125.478	34.415 -1000.00000	42.891	136.007	45.290 -1000.00000
36.661	127.584	35.445 -1000.00000	42.891	138.113	46.556 -1000.00000
36.661	129.690	36.568 -1000.00000	42.891	140.218	47.882 -1000.00000
36.661	131.795	37.775 -1000.00000	42.891	142.324	49.262 -1000.00000
36.661	133.901	39.058 -1000.00000	42.891	144.430	50.692 -1000.00000
36.661	136.007	40.410 -1000.00000	42.891	146.536	52.168 -1000.00000
36.661	138.113	41.824 -1000.00000	42.891	148.642	53.685 -1000.00000
36.661	140.218	43.295 -1000.00000	42.891	150.747	55.242 -1000.00000
36.661	142.324	44.817 -1000.00000	42.891	152.853	56.834 -1000.00000
36.661	144.430	46.384 -1000.00000	42.891	154.959	58.458 -1000.00000
36.661	146.536	47.992 -1000.00000	44.967	114.949	39.145 -1000.00000
36.661	148.642	49.638 -1000.00000	44.967	117.055	39.497 -1000.00000
36.661	150.747	51.317 -1000.00000	44.967	119.161	39.956 -1000.00000
36.661	152.853	53.027 -1000.00000	44.967	121.266	40.520 -1000.00000
36.661	154.959	54.764 -1000.00000	44.967	123.372	41.184 -1000.00000
38.737	114.949	32.989 -1000.00000	44.967	125.478	41.943 -1000.00000
38.737	117.055	33.405 -1000.00000	44.967	127.584	42.792 -1000.00000
38.737	119.161	33.947 -1000.00000	44.967	129.690	43.727 -1000.00000
38.737	121.266	34.609 -1000.00000	44.967	131.795	44.741 -1000.00000
38.737	123.372	35.384 -1000.00000	44.967	133.901	45.829 -1000.00000
38.737	125.478	36.265 -1000.00000	44.967	136.007	46.987 -1000.00000
38.737	127.584	37.244 -1000.00000	44.967	138.113	48.209 -1000.00000
38.737	129.690	38.314 -1000.00000	44.967	140.218	49.491 -1000.00000
38.737	131.795	39.468 -1000.00000	44.967	142.324	50.827 -1000.00000
38.737	133.901	40.697 -1000.00000	44.967	144.430	52.214 -1000.00000
38.737	136.007	41.997 -1000.00000	44.967	146.536	53.648 -1000.00000
38.737	138.113	43.360 -1000.00000	44.967	148.642	55.125 -1000.00000
38.737	140.218	44.780 -1000.00000	44.967	150.747	56.642 -1000.00000
38.737	142.324	46.253 -1000.00000	44.967	152.853	58.195 -1000.00000
38.737	144.430	47.773 -1000.00000	44.967	154.959	59.783 -1000.00000
38.737	146.536	49.336 -1000.00000	47.044	114.949	41.202 -1000.00000
38.737	148.642	50.938 -1000.00000	47.044	117.055	41.536 -1000.00000
38.737	150.747	52.576 -1000.00000	47.044	119.161	41.973 -1000.00000
38.737	152.853	54.246 -1000.00000	47.044	121.266	42.510 -1000.00000
38.737	154.959	55.946 -1000.00000	47.044	123.372	43.144 -1000.00000
40.814	114.949	35.038 -1000.00000	47.044	125.478	43.869 -1000.00000
40.814	117.055	35.430 -1000.00000	47.044	127.584	44.682 -1000.00000
40.814	119.161	35.942 -1000.00000	47.044	129.690	45.577 -1000.00000
40.814	121.266	36.568 -1000.00000	47.044	131.795	46.551 -1000.00000
40.814	123.372	37.302 -1000.00000	47.044	133.901	47.598 -1000.00000
40.814	125.478	38.138 -1000.00000	47.044	136.007	48.714 -1000.00000
40.814	127.584	39.071 -1000.00000	47.044	138.113	49.894 -1000.00000
40.814	129.690	40.092 -1000.00000	47.044	140.218	51.133 -1000.00000
40.814	131.795	41.196 -1000.00000	47.044	142.324	52.428 -1000.00000
40.814	133.901	42.375 -1000.00000	47.044	144.430	53.773 -1000.00000
40.814	136.007	43.625 -1000.00000	47.044	146.536	55.167 -1000.00000
40.814	138.113	44.938 -1000.00000	47.044	148.642	56.604 -1000.00000
40.814	140.218	46.310 -1000.00000	47.044	150.747	58.082 -1000.00000
40.814	142.324	47.736 -1000.00000	47.044	152.853	59.598 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

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

47.044	154.959	61.149 -1000.00000	53.273	114.949	47.383 -1000.00000
49.120	114.949	43.261 -1000.00000	53.273	117.055	47.674 -1000.00000
49.120	117.055	43.579 -1000.00000	53.273	119.161	48.055 -1000.00000
49.120	119.161	43.996 -1000.00000	53.273	121.266	48.525 -1000.00000
49.120	121.266	44.509 -1000.00000	53.273	123.372	49.081 -1000.00000
49.120	123.372	45.114 -1000.00000	53.273	125.478	49.720 -1000.00000
49.120	125.478	45.808 -1000.00000	53.273	127.584	50.438 -1000.00000
49.120	127.584	46.587 -1000.00000	53.273	129.690	51.233 -1000.00000
49.120	129.690	47.447 -1000.00000	53.273	131.795	52.102 -1000.00000
49.120	131.795	48.383 -1000.00000	53.273	133.901	53.039 -1000.00000
49.120	133.901	49.391 -1000.00000	53.273	136.007	54.043 -1000.00000
49.120	136.007	50.467 -1000.00000	53.273	138.113	55.108 -1000.00000
49.120	138.113	51.607 -1000.00000	53.273	140.218	56.233 -1000.00000
49.120	140.218	52.806 -1000.00000	53.273	142.324	57.413 -1000.00000
49.120	142.324	54.060 -1000.00000	53.273	144.430	58.644 -1000.00000
49.120	144.430	55.367 -1000.00000	53.273	146.536	59.924 -1000.00000
49.120	146.536	56.721 -1000.00000	53.273	148.642	61.250 -1000.00000
49.120	148.642	58.120 -1000.00000	53.273	150.747	62.619 -1000.00000
49.120	150.747	59.561 -1000.00000	53.273	152.853	64.028 -1000.00000
49.120	152.853	61.040 -1000.00000	53.273	154.959	65.474 -1000.00000
49.120	154.959	62.555 -1000.00000	55.350	114.949	49.446 -1000.00000
51.197	114.949	45.321 -1000.00000	55.350	117.055	49.725 -1000.00000
51.197	117.055	45.625 -1000.00000	55.350	119.161	50.091 -1000.00000
51.197	119.161	46.023 -1000.00000	55.350	121.266	50.542 -1000.00000
51.197	121.266	46.514 -1000.00000	55.350	123.372	51.075 -1000.00000
51.197	123.372	47.093 -1000.00000	55.350	125.478	51.689 -1000.00000
51.197	125.478	47.759 -1000.00000	55.350	127.584	52.381 -1000.00000
51.197	127.584	48.506 -1000.00000	55.350	129.690	53.147 -1000.00000
51.197	129.690	49.333 -1000.00000	55.350	131.795	53.985 -1000.00000
51.197	131.795	50.234 -1000.00000	55.350	133.901	54.890 -1000.00000
51.197	133.901	51.206 -1000.00000	55.350	136.007	55.860 -1000.00000
51.197	136.007	52.244 -1000.00000	55.350	138.113	56.892 -1000.00000
51.197	138.113	53.346 -1000.00000	55.350	140.218	57.982 -1000.00000
51.197	140.218	54.507 -1000.00000	55.350	142.324	59.127 -1000.00000
51.197	142.324	55.723 -1000.00000	55.350	144.430	60.323 -1000.00000
51.197	144.430	56.991 -1000.00000	55.350	146.536	61.569 -1000.00000
51.197	146.536	58.308 -1000.00000	55.350	148.642	62.860 -1000.00000
51.197	148.642	59.670 -1000.00000	55.350	150.747	64.194 -1000.00000
51.197	150.747	61.074 -1000.00000	55.350	152.853	65.569 -1000.00000
51.197	152.853	62.517 -1000.00000	55.350	154.959	66.982 -1000.00000
51.197	154.959	63.997 -1000.00000			

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.3 Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

#### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno sv. Curcuraci 0+135 asse E  
0+069 rampa 5-sismica.sii

#### 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): 0.1233  
 Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.06165  
 1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal  
 to boundary, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

#### Material Properties

Material: sabbEghiME  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 19 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 4 kPa  
 Friction Angle: 32 degrees  
 Water Surface: None

Material: DepCostieri

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 30.8 degrees  
 Water Surface: None

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

#### List of All Coordinates

#### Material Boundary

9.472	119.890
8.392	110.440
6.212	110.440
6.212	109.440
12.212	109.440
12.212	110.440
12.212	110.440

#### Material Boundary

-29.788	110.440
6.212	110.440

#### Material Boundary

-29.788	104.440
-29.788	104.440
60.212	104.440

#### External Boundary

-9.788	119.890
-29.788	119.890
-29.788	110.440
-29.788	104.890
-29.788	104.440
-29.788	89.890
60.212	89.890
60.212	104.440
60.212	110.440
12.212	110.440
10.212	110.440
10.212	119.890
9.472	119.890



#### Focus/Block Search Line

6.212	89.890
6.212	109.440

#### Search Grid

11.742	114.949
55.350	114.949



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

55.350      154.959  
 11.742      154.959

Distributed Load  
 9.472      119.890  
 -1.697      119.890

## 11.4      Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMP A 5 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0496_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Raw Data for Minimum Circle Results

Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety
11.742	114.949	7.806	1.54050
11.742	117.055	9.411	1.37589
11.742	119.161	11.184	1.29883
11.742	121.266	13.056	1.26454
11.742	123.372	14.990	1.26887
11.742	125.478	16.965	1.28737
11.742	127.584	18.968	1.31350
11.742	129.690	20.991	1.34258
11.742	131.795	23.029	1.37295
11.742	133.901	25.079	1.40276
11.742	136.007	27.137	1.43223
11.742	138.113	29.201	1.46107
11.742	140.218	31.272	1.48858
11.742	142.324	33.346	1.51639
11.742	144.430	35.425	1.54326
11.742	146.536	37.506	1.56922
11.742	148.642	39.590	1.59429
11.742	150.747	41.676	1.61851
11.742	152.853	43.764	1.64254
11.742	154.959	45.854	1.66504
13.819	114.949	9.392	1.79160
13.819	117.055	10.764	1.52394
13.819	119.161	12.343	1.37855
13.819	121.266	14.062	1.29778
13.819	123.372	15.874	1.26219
13.819	125.478	17.751	1.26008
13.819	127.584	19.674	1.27128
13.819	129.690	21.631	1.28924
13.819	131.795	23.614	1.31134
13.819	133.901	25.617	1.33480
13.819	136.007	27.635	1.36029
13.819	138.113	29.665	1.38627
13.819	140.218	31.705	1.41346
13.819	142.324	33.753	1.43963
13.819	144.430	35.808	1.46537
13.819	146.536	37.868	1.49137
13.819	148.642	39.933	1.51589
13.819	150.747	42.002	1.53980
13.819	152.853	44.075	1.56310
13.819	154.959	46.150	1.58577
15.895	114.949	11.141	2.31701
15.895	117.055	12.319	1.86378
15.895	119.161	13.721	1.62569
15.895	121.266	15.285	1.47539
15.895	123.372	16.967	1.39048
15.895	125.478	18.735	1.34548
15.895	127.584	20.566	1.32786
15.895	129.690	22.446	1.32345
15.895	131.795	24.363	1.32764
15.895	133.901	26.308	1.33926
15.895	136.007	28.277	1.35587
15.895	138.113	30.264	1.37362
15.895	140.218	32.266	1.39297
15.895	142.324	34.281	1.41387
15.895	144.430	36.305	1.43472
15.895	146.536	38.339	1.45586
15.895	148.642	40.380	1.47707
15.895	150.747	42.427	1.49822
15.895	152.853	44.480	1.51885
15.895	154.959	46.538	1.53953
17.972	114.949	12.987	2.92696
17.972	117.055	14.010	2.39792

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

17.972	119.161	15.258	2.05196
17.972	121.266	16.678	1.76500
17.972	123.372	18.232	1.61766
17.972	125.478	19.888	1.52421
17.972	127.584	21.622	1.46912
17.972	129.690	23.417	1.43793
17.972	131.795	25.260	1.42094
17.972	133.901	27.141	1.41442
17.972	136.007	29.054	1.41406
17.972	138.113	30.991	1.41874
17.972	140.218	32.949	1.42730
17.972	142.324	34.924	1.43834
17.972	144.430	36.914	1.45088
17.972	146.536	38.915	1.46509
17.972	148.642	40.928	1.48031
17.972	150.747	42.949	1.49624
17.972	152.853	44.978	1.51264
17.972	154.959	47.014	1.52841
20.048	114.949	14.893	3.58612
20.048	117.055	15.794	3.00152
20.048	119.161	16.910	2.53650
20.048	121.266	18.202	2.20647
20.048	123.372	19.636	1.98372
20.048	125.478	21.182	1.80860
20.048	127.584	22.818	1.68592
20.048	129.690	24.526	1.62163
20.048	131.795	26.291	1.57836
20.048	133.901	28.104	1.54896
20.048	136.007	29.954	1.52991
20.048	138.113	31.837	1.51852
20.048	140.218	33.746	1.51249
20.048	142.324	35.677	1.51137
20.048	144.430	37.627	1.51367
20.048	146.536	39.593	1.51865
20.048	148.642	41.572	1.52572
20.048	150.747	43.563	1.53357
20.048	152.853	45.565	1.54357
20.048	154.959	47.576	1.55418
22.125	114.949	16.840	4.24769
22.125	117.055	17.641	3.59766
22.125	119.161	18.647	3.05805
22.125	121.266	19.827	2.67861
22.125	123.372	21.150	2.39002
22.125	125.478	22.593	2.18569
22.125	127.584	24.134	2.02825
22.125	129.690	25.754	1.90864
22.125	131.795	27.441	1.80883
22.125	133.901	29.182	1.73362
22.125	136.007	30.968	1.69431
22.125	138.113	32.793	1.66520
22.125	140.218	34.649	1.64298
22.125	142.324	36.532	1.62821
22.125	144.430	38.439	1.61839
22.125	146.536	40.365	1.61258
22.125	148.642	42.309	1.60877
22.125	150.747	44.267	1.60899
22.125	152.853	46.238	1.61133
22.125	154.959	48.221	1.61538
24.201	114.949	20.018	4.82692
24.201	117.055	19.535	4.20213
24.201	119.161	20.448	3.67482
24.201	121.266	21.529	3.16614
24.201	123.372	22.754	2.83577
24.201	125.478	24.101	2.57410
24.201	127.584	25.551	2.38493

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

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

24.201	129.690	27.087	2.23765
24.201	131.795	28.695	2.11763
24.201	133.901	30.364	2.02812
24.201	136.007	32.085	1.95223
24.201	138.113	33.849	1.88146
24.201	140.218	35.650	1.81215
24.201	142.324	37.484	1.78281
24.201	144.430	39.344	1.76000
24.201	146.536	41.228	1.74341
24.201	148.642	43.133	1.73033
24.201	150.747	45.055	1.72083
24.201	152.853	46.993	1.71431
24.201	154.959	48.945	1.71027
26.278	114.949	24.197	5.38291
26.278	117.055	23.805	4.75610
26.278	119.161	23.439	4.22416
26.278	121.266	23.292	3.74057
26.278	123.372	24.429	3.29275
26.278	125.478	25.688	2.99659
26.278	127.584	27.053	2.75645
26.278	129.690	28.508	2.58338
26.278	131.795	30.040	2.43611
26.278	133.901	31.639	2.32106
26.278	136.007	33.294	2.22907
26.278	138.113	34.997	2.15297
26.278	140.218	36.742	2.08712
26.278	142.324	38.523	2.03164
26.278	144.430	40.336	1.97950
26.278	146.536	42.176	1.92764
26.278	148.642	44.039	1.88159
26.278	150.747	45.924	1.86186
26.278	152.853	47.827	1.84703
26.278	154.959	49.746	1.83437
28.355	114.949	22.818	6.15000
28.355	117.055	26.546	5.24584
28.355	119.161	26.472	4.71530
28.355	121.266	25.844	4.24250
28.355	123.372	26.161	3.74419
28.355	125.478	27.341	3.42670
28.355	127.584	28.627	3.16096
28.355	129.690	30.006	2.93892
28.355	131.795	31.465	2.77365
28.355	133.901	32.995	2.63718
28.355	136.007	34.585	2.51886
28.355	138.113	36.228	2.42693
28.355	140.218	37.916	2.35079
28.355	142.324	39.645	2.27994
28.355	144.430	41.408	2.22403
28.355	146.536	43.202	2.17465
28.355	148.642	45.023	2.12686
28.355	150.747	46.868	2.08741
28.355	152.853	48.734	2.04762
28.355	154.959	50.619	2.00665
30.431	114.949	24.838	-112.00000
30.431	117.055	26.958	5.77574
30.431	119.161	28.770	5.16269
30.431	121.266	28.060	4.69725
30.431	123.372	29.361	4.27237
30.431	125.478	29.048	3.84823
30.431	127.584	30.262	3.56274
30.431	129.690	31.570	3.33067
30.431	131.795	32.960	3.12568
30.431	133.901	34.423	2.95742
30.431	136.007	35.950	2.82475
30.431	138.113	37.533	2.71739

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

30.431	140.218	39.165	2.61825
30.431	142.324	40.841	2.53803
30.431	144.430	42.555	2.47004
30.431	146.536	44.302	2.41058
30.431	148.642	46.080	2.35768
30.431	150.747	47.884	2.30844
30.431	152.853	49.712	2.26723
30.431	154.959	51.561	2.22916
32.508	114.949	26.867	-103.00000
32.508	117.055	27.376	-103.00000
32.508	119.161	28.035	-1000.00000
32.508	121.266	28.833	-1000.00000
32.508	123.372	29.759	-1000.00000
32.508	125.478	30.801	-1000.00000
32.508	127.584	31.948	-1000.00000
32.508	129.690	33.189	-1000.00000
32.508	131.795	34.515	-1000.00000
32.508	133.901	35.914	-1000.00000
32.508	136.007	37.380	-1000.00000
32.508	138.113	38.905	-1000.00000
32.508	140.218	40.482	-1000.00000
32.508	142.324	42.105	-1000.00000
32.508	144.430	43.770	-1000.00000
32.508	146.536	45.471	-1000.00000
32.508	148.642	47.205	-1000.00000
32.508	150.747	48.967	-1000.00000
32.508	152.853	50.756	-1000.00000
32.508	154.959	52.569	-1000.00000
34.584	114.949	28.903	-1000.00000
34.584	117.055	29.377	-1000.00000
34.584	119.161	29.992	-1000.00000
34.584	121.266	30.739	-1000.00000
34.584	123.372	31.609	-1000.00000
34.584	125.478	32.592	-1000.00000
34.584	127.584	33.678	-1000.00000
34.584	129.690	34.858	-1000.00000
34.584	131.795	36.122	-1000.00000
34.584	133.901	37.461	-1000.00000
34.584	136.007	38.869	-1000.00000
34.584	138.113	40.338	-1000.00000
34.584	140.218	41.861	-1000.00000
34.584	142.324	43.433	-1000.00000
34.584	144.430	45.048	-1000.00000
34.584	146.536	46.702	-1000.00000
34.584	148.642	48.392	-1000.00000
34.584	150.747	50.113	-1000.00000
34.584	152.853	51.863	-1000.00000
34.584	154.959	53.638	-1000.00000
36.661	114.949	30.944	-1000.00000
36.661	117.055	31.387	-1000.00000
36.661	119.161	31.963	-1000.00000
36.661	121.266	32.665	-1000.00000
36.661	123.372	33.485	-1000.00000
36.661	125.478	34.415	-1000.00000
36.661	127.584	35.445	-1000.00000
36.661	129.690	36.568	-1000.00000
36.661	131.795	37.775	-1000.00000
36.661	133.901	39.058	-1000.00000
36.661	136.007	40.410	-1000.00000
36.661	138.113	41.824	-1000.00000
36.661	140.218	43.295	-1000.00000
36.661	142.324	44.817	-1000.00000
36.661	144.430	46.384	-1000.00000
36.661	146.536	47.992	-1000.00000
36.661	148.642	49.638	-1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

36.661	150.747	51.317 -1000.00000
36.661	152.853	53.027 -1000.00000
36.661	154.959	54.764 -1000.00000
38.737	114.949	32.989 -1000.00000
38.737	117.055	33.405 -1000.00000
38.737	119.161	33.947 -1000.00000
38.737	121.266	34.609 -1000.00000
38.737	123.372	35.384 -1000.00000
38.737	125.478	36.265 -1000.00000
38.737	127.584	37.244 -1000.00000
38.737	129.690	38.314 -1000.00000
38.737	131.795	39.468 -1000.00000
38.737	133.901	40.697 -1000.00000
38.737	136.007	41.997 -1000.00000
38.737	138.113	43.360 -1000.00000
38.737	140.218	44.780 -1000.00000
38.737	142.324	46.253 -1000.00000
38.737	144.430	47.773 -1000.00000
38.737	146.536	49.336 -1000.00000
38.737	148.642	50.938 -1000.00000
38.737	150.747	52.576 -1000.00000
38.737	152.853	54.246 -1000.00000
38.737	154.959	55.946 -1000.00000
40.814	114.949	35.038 -1000.00000
40.814	117.055	35.430 -1000.00000
40.814	119.161	35.942 -1000.00000
40.814	121.266	36.568 -1000.00000
40.814	123.372	37.302 -1000.00000
40.814	125.478	38.138 -1000.00000
40.814	127.584	39.071 -1000.00000
40.814	129.690	40.092 -1000.00000
40.814	131.795	41.196 -1000.00000
40.814	133.901	42.375 -1000.00000
40.814	136.007	43.625 -1000.00000
40.814	138.113	44.938 -1000.00000
40.814	140.218	46.310 -1000.00000
40.814	142.324	47.736 -1000.00000
40.814	144.430	49.210 -1000.00000
40.814	146.536	50.729 -1000.00000
40.814	148.642	52.289 -1000.00000
40.814	150.747	53.885 -1000.00000
40.814	152.853	55.516 -1000.00000
40.814	154.959	57.178 -1000.00000
42.891	114.949	37.090 -1000.00000
42.891	117.055	37.461 -1000.00000
42.891	119.161	37.945 -1000.00000
42.891	121.266	38.538 -1000.00000
42.891	123.372	39.236 -1000.00000
42.891	125.478	40.032 -1000.00000
42.891	127.584	40.921 -1000.00000
42.891	129.690	41.897 -1000.00000
42.891	131.795	42.955 -1000.00000
42.891	133.901	44.087 -1000.00000
42.891	136.007	45.290 -1000.00000
42.891	138.113	46.556 -1000.00000
42.891	140.218	47.882 -1000.00000
42.891	142.324	49.262 -1000.00000
42.891	144.430	50.692 -1000.00000
42.891	146.536	52.168 -1000.00000
42.891	148.642	53.685 -1000.00000
42.891	150.747	55.242 -1000.00000
42.891	152.853	56.834 -1000.00000
42.891	154.959	58.458 -1000.00000
44.967	114.949	39.145 -1000.00000
44.967	117.055	39.497 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMPA 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*  
SS0496\_F0.docx

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

44.967	119.161	39.956 -1000.00000
44.967	121.266	40.520 -1000.00000
44.967	123.372	41.184 -1000.00000
44.967	125.478	41.943 -1000.00000
44.967	127.584	42.792 -1000.00000
44.967	129.690	43.727 -1000.00000
44.967	131.795	44.741 -1000.00000
44.967	133.901	45.829 -1000.00000
44.967	136.007	46.987 -1000.00000
44.967	138.113	48.209 -1000.00000
44.967	140.218	49.491 -1000.00000
44.967	142.324	50.827 -1000.00000
44.967	144.430	52.214 -1000.00000
44.967	146.536	53.648 -1000.00000
44.967	148.642	55.125 -1000.00000
44.967	150.747	56.642 -1000.00000
44.967	152.853	58.195 -1000.00000
44.967	154.959	59.783 -1000.00000
47.044	114.949	41.202 -1000.00000
47.044	117.055	41.536 -1000.00000
47.044	119.161	41.973 -1000.00000
47.044	121.266	42.510 -1000.00000
47.044	123.372	43.144 -1000.00000
47.044	125.478	43.869 -1000.00000
47.044	127.584	44.682 -1000.00000
47.044	129.690	45.577 -1000.00000
47.044	131.795	46.551 -1000.00000
47.044	133.901	47.598 -1000.00000
47.044	136.007	48.714 -1000.00000
47.044	138.113	49.894 -1000.00000
47.044	140.218	51.133 -1000.00000
47.044	142.324	52.428 -1000.00000
47.044	144.430	53.773 -1000.00000
47.044	146.536	55.167 -1000.00000
47.044	148.642	56.604 -1000.00000
47.044	150.747	58.082 -1000.00000
47.044	152.853	59.598 -1000.00000
47.044	154.959	61.149 -1000.00000
49.120	114.949	43.261 -1000.00000
49.120	117.055	43.579 -1000.00000
49.120	119.161	43.996 -1000.00000
49.120	121.266	44.509 -1000.00000
49.120	123.372	45.114 -1000.00000
49.120	125.478	45.808 -1000.00000
49.120	127.584	46.587 -1000.00000
49.120	129.690	47.447 -1000.00000
49.120	131.795	48.383 -1000.00000
49.120	133.901	49.391 -1000.00000
49.120	136.007	50.467 -1000.00000
49.120	138.113	51.607 -1000.00000
49.120	140.218	52.806 -1000.00000
49.120	142.324	54.060 -1000.00000
49.120	144.430	55.367 -1000.00000
49.120	146.536	56.721 -1000.00000
49.120	148.642	58.120 -1000.00000
49.120	150.747	59.561 -1000.00000
49.120	152.853	61.040 -1000.00000
49.120	154.959	62.555 -1000.00000
51.197	114.949	45.321 -1000.00000
51.197	117.055	45.625 -1000.00000
51.197	119.161	46.023 -1000.00000
51.197	121.266	46.514 -1000.00000
51.197	123.372	47.093 -1000.00000
51.197	125.478	47.759 -1000.00000
51.197	127.584	48.506 -1000.00000

MURO SOSTEGNO SV. CURCURACI  
DA PK 0+135 ASSE E A PK 0+069 RAMP A 5  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0496\_F0.docx

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

51.197	129.690	49.333 -1000.00000
51.197	131.795	50.234 -1000.00000
51.197	133.901	51.206 -1000.00000
51.197	136.007	52.244 -1000.00000
51.197	138.113	53.346 -1000.00000
51.197	140.218	54.507 -1000.00000
51.197	142.324	55.723 -1000.00000
51.197	144.430	56.991 -1000.00000
51.197	146.536	58.308 -1000.00000
51.197	148.642	59.670 -1000.00000
51.197	150.747	61.074 -1000.00000
51.197	152.853	62.517 -1000.00000
51.197	154.959	63.997 -1000.00000
53.273	114.949	47.383 -1000.00000
53.273	117.055	47.674 -1000.00000
53.273	119.161	48.055 -1000.00000
53.273	121.266	48.525 -1000.00000
53.273	123.372	49.081 -1000.00000
53.273	125.478	49.720 -1000.00000
53.273	127.584	50.438 -1000.00000
53.273	129.690	51.233 -1000.00000
53.273	131.795	52.102 -1000.00000
53.273	133.901	53.039 -1000.00000
53.273	136.007	54.043 -1000.00000
53.273	138.113	55.108 -1000.00000
53.273	140.218	56.233 -1000.00000
53.273	142.324	57.413 -1000.00000
53.273	144.430	58.644 -1000.00000
53.273	146.536	59.924 -1000.00000
53.273	148.642	61.250 -1000.00000
53.273	150.747	62.619 -1000.00000
53.273	152.853	64.028 -1000.00000
53.273	154.959	65.474 -1000.00000
55.350	114.949	49.446 -1000.00000
55.350	117.055	49.725 -1000.00000
55.350	119.161	50.091 -1000.00000
55.350	121.266	50.542 -1000.00000
55.350	123.372	51.075 -1000.00000
55.350	125.478	51.689 -1000.00000
55.350	127.584	52.381 -1000.00000
55.350	129.690	53.147 -1000.00000
55.350	131.795	53.985 -1000.00000
55.350	133.901	54.890 -1000.00000
55.350	136.007	55.860 -1000.00000
55.350	138.113	56.892 -1000.00000
55.350	140.218	57.982 -1000.00000
55.350	142.324	59.127 -1000.00000
55.350	144.430	60.323 -1000.00000
55.350	146.536	61.569 -1000.00000
55.350	148.642	62.860 -1000.00000
55.350	150.747	64.194 -1000.00000
55.350	152.853	65.569 -1000.00000
55.350	154.959	66.982 -1000.00000