

# 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>                   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 CALABRIA	CS0664_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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	C	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	2	9	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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	Parametri di spinta.....	18
6.2.1	Coefficienti di spinta in fase statica .....	18
6.2.2	Coefficienti di spinta in fase sismica .....	19
7	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' .....	19
8	FASI COSTRUTTIVE.....	22
9	ANALISI MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI .....	23
9.1	Classificazione delle azioni.....	23
9.2	Combinazioni delle azioni .....	23
9.3	Caratteristiche geometriche del muro .....	24
9.4	Verifiche di stabilità e verifiche strutturali – SLU .....	25
9.4.1	Verifica a capacità portante .....	25
9.5	Verifiche S.L.E.....	26
9.5.1	Verifica a fessurazione .....	27
9.5.2	Verifica delle tensioni di esercizio .....	27
9.6	Verifiche pannello prefabbricato .....	28
9.6.1	Verifica a flessione nel piano verticale .....	28
9.6.2	Verifica a flessione nel piano orizzontale .....	28
9.6.3	Verifica a taglio .....	29

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

9.7	Soletta di fondazione .....	30
9.7.1	Verifica a flessione.....	30
9.8	Verifiche .....	31
10	ANALISI DI STABILITA' .....	38
11	TABULATI DI CALCOLO.....	42
11.1	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica .....	42
11.2	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase statica.....	43
11.3	Input SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica.....	47
11.4	Output SLIDE rel. 05– Analisi in fase sismica .....	48

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Nell'ambito del progetto del ponte sullo stretto di Messina, lato Calabria, è prevista la realizzazione di un muro di sostegno del rilevato della rampa M nella tratta tra le progressive pk 0+342 e 0+487, in affiancamento all'adiacente rampa L, ubicata a quota stradale inferiore.

Il muro di sostegno in oggetto è costituito da elementi prefabbricati, rivestiti in pietrame, di altezza in elevazione variabile da un minimo di 3m ad un massimo di 7m circa. 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 infiltrazione.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente dalla formazione delle sabbie e ghiaie di Messina, sovrastante la formazione dei Conglomerati di Pezzo.

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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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

## 2.2 Riferimenti bibliografici

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

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

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

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

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

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

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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	$R_{ck} = -$	$= 45.00$	$N/mm^2$
Resistenza caratt. a compressione cilind.	$f_{ck} = -$	$= 35.00$	$N/mm^2$
Resistenza media a compressione cilind.	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	$= 43.00$	$N/mm^2$
Modulo elastico	$E_c = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	$= 34077$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3}$	$= 3.21$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione caratt. (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	$= 2.24$	$N/mm^2$

#### **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	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	$= 21.25$	$N/mm^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	$= 1.60$	$N/mm^2$

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

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

### 4.2 Calcestruzzo getti in opera

Classe di resistenza	C28/35 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.45 -
Slump	S4 -
Contenuto minimo di cemento	360 $kg/m^3$
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XF4 -

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 5 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 5.1 Metodologia di calcolo

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

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

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

$$E_d < R_d$$

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

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

Tabella 6.2.1 delle N.T.C. 2008

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

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

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

## 5.2 Ipotesi di calcolo

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

Localmente non ci sono indagini che indagano nei primi 30m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo. Cautelativamente alla zona in esame si assegna la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe C (C415).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

		Note		
<b>Spinte terre</b>	$\delta$ (°)	2/3 $\phi$	angolo di attrito terra-muro	
	$q_{k\text{-statico}}$ (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>		non interferente		
<b>fase sismica</b>	Sito Latitudine e Longitudine		38.22268	
			15.6468	
	Tipo Suolo		C	
	VN (anni)		100	
	cu (-)		2	
	S.L.D.	$a_g/g$	0.172	
		$F_0$	2.355	
		$T_0$ (s)	0.336	
		$S_s$	1.457	
	S.L.V.	$a_g/g$	0.442	
		$F_0$	2.491	
		$T_0$ (s)	0.423	
$S_s$		1.039		
$S_T$		1		
$\beta$ (-) SLV / SLD		0.24 (SLD) - 0.35 (SLV)	SLV: coefficiente sismico valido per $a_g/g > 0.4$	
teoria spinte in fase sismica		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 muri (m)</b>	3.0 ÷ 7.0	Altezze dei pannelli prefabbricati	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 Stratigrafia di progetto

Le **litologie** prevalenti sono costituite dalla formazione del Conglomerato di Pezzo sovrastato dalle Sabbie e Ghiaie di Messina.

Il Conglomerato di Pezzo, di età tortoniana, è la litologia stratigraficamente più bassa della successione sedimentaria. La sua potenza è superiore ai 200 m.

Il conglomerato è composto prevalentemente da clasti di graniti e gneiss cementati in matrice prevalentemente composta da frazioni arenacee fini e limose.

Le dimensioni dei clasti sono eterogenee e variabili da pochi mm fino a blocchi superiori al metro, interpretati come grossi trovanti inglobati nel conglomerato.

Negli affioramenti la formazione presenta un aspetto litoide con scarpate stabili.

Il Conglomerato di Pezzo ha quindi generalmente caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere.

Le Sabbie e Ghiaie di Messina sono granulometricamente descritte come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

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

Codice	Titolo del documento
CG0800PRBDCSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Calabria
CG0800PRGDCSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DCSBC6G000000003	Carta idrogeologica versante Calabria
CG0800PF6DCSBC6ST000000013	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Ramo M

Il numero di **sondaggi** localmente presenti è esiguo (CN450): si considerano i sondaggi e le prove localmente disponibili in prossimità della rampa M e zone limitrofe.

#### Conglomerato di Pezzo

- prove di carico su piastra (campagna di indagine 1988 – pozzo P2500)
- 1 prova sismica (S8\_DG42)
- Prove pressiometriche e dilatometriche (SG15, C411, CN450, C413)
- Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici e meccanici (CS103, FCBH1512, OTCLPT1505, FCCH2509, OTCSPT504, FCBH1501, OTCLPT2503)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Sabbie e Ghiaie di Messina

- Prove SPT(C411, C413, C414,C415,SG15,SN10,SN11,SVAR1)
- 2 prova sismiche (SG15, C415)
- Prove pressiometriche e dilatometriche (C414, C415)
- Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici ed elle caratteristiche di resistenza (TD, sondaggio C410, Svar1)

### Conglomerato di Pezzo

Per quanto riguarda gli spezzoni di roccia o di conglomerato prelevati nei sondaggi il peso di volume totale  $\gamma$  è risultato mediamente pari a 23 kN/m<sup>3</sup> con i valori più bassi di 20 -21 kN/m<sup>3</sup> rappresentativi degli spezzoni conglomeratici:

Per lo stato iniziale poiché la litologia in esame è quella, della successione sedimentaria, più vecchia, è difficile tenere in conto in modo sintetico della storia tensionale del deposito che è stato caratterizzato da fenomeni di preconsolidazione e cementazione. La stima può in prima approssimazione essere effettuata: considerando un età di almeno 10 milioni di anni, che  $K_{oc}=0.35\div 0.5$  ( $\phi'=30^\circ\div 40^\circ$ ) e che  $K_{oc}=0.5\div 0.6$ , tenendo dell'erosione (si stima un fattore minimo pari a 1.4 corrispondente ad OCR=2) ed infine considerando gli effetti di "aging" con la correlazione di (Mesri (1989)), si ottiene un valore compreso approssimativamente fra 0.7 e 0.9.

Per i parametri di resistenza al taglio nell'ambito dello strato superficiale più alterato ( $z<25\div 30m$ ), si fa riferimento alla caratterizzazione geotecnica generale che si basa sull'esito delle prove di carico su piastra, ritenute maggiormente rappresentative del comportamento d'insieme dell'ammasso: si considerano quelle ubicate in prossimità del blocco di ancoraggio lato Calabria (campagna di indagine 1988 – pozzo P2500) ed al proposito si è ripreso lo studio effettuato nel Progetto preliminare ("Le basi del progetto – Geotecnica" – Elab. PP2RA24) (Vd.Elabor. CG0800PRBDCSBC8G00000001A).

In corrispondenza di un valore medio di  $\phi'=40^\circ$  (ott enuto anche da prove pressiometriche) i valori di  $c'$  ottenuti variano linearmente, tra 0 e circa 25m di profondità, da 0 a 100 KPa circa.

La resistenza a compressione monoassiale ottenuta invece da prove di laboratorio LPT ha fornito valori molto variabili da qualche MPa ad un max di 30-40MPa.

Per i parametri di deformabilità nel contesto in esame la simica di riferimento sono S8\_DG42 evidenzia una certa variabilità di  $G_0$  fra 300 MPa e 2000 MPa.

Le pressiometriche forniscono un range di valori fra 15m e 35m di profondità compreso fra 160 e 200 MPa

Si ritiene che il range di progetto  $E'=150\div 300$  MPa, nei primi 20m di spessore del Conglomerato di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Pezzo, possa considerarsi adeguato per la tratta in esame.

In particolare il valore minimo di 150 MPa si ritiene mediamente rappresentativo del contesto geotecnico in esame in cui sono previste opere che mobilitano medie e grandi deformazioni.

### Sabbie e Ghiaie di Messina

Per le caratteristiche fisiche da un'analisi statistica delle caratteristiche granulometriche emerge, un andamento che conferma che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 36%), sia di materiali intermedi (sabbie 52%). Il contenuto di fino è mediamente del 11%.

Con riferimento al fuso medio si ha:

Il valore di  $D_{50}$  è pari a 0.8mm

Il valore di  $D_{60}$  è pari a 1.2 mm

Il valore di  $D_{10}$  è pari a 0.025 mm

Il peso di volume dei grani medio  $\gamma_s$  è risultato pari a circa 26 kN/m<sup>3</sup>;

In base a dati di letteratura il valore di  $\gamma_{dmax}$  risulterebbe mediamente pari a circa 21 KN/m<sup>3</sup> mentre  $\gamma_{dmin}$  mediamente pari a circa 16 KN/m<sup>3</sup>.

Per lo stato iniziale si ha:

**Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.75$  corrispondente al  $d_{50}=0.8$ mm.

**$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.31, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ( $0.17 < e_{max}-e_{min} < 0.29$ ) e da quanto misurato in laboratorio (SG10DG42) con valore medio pari a 0.33. Stimando per  $e_{max}$  un valore pari a 0.7 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di  $e_o$  in sito.

**$\gamma_d$ :** in base a tali valori di  $e_o$  e da  $\gamma_s$  si può stimare  $\gamma_d$ .

**$K_0$ :** si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di "aging".

Z(m)	Dr (%) Prevalente sabbiosa	Dr (%) Sabbie e ghiaie	$\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	$K_0$
0-10	40-80	80-90	17-20	0.45-0.55
>10	70-90		18-20	0.5

Per i parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci sulla base delle prove SPT si è

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ottenuto un valore medio di angolo di attrito di 41°, per z>5m.

$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_p$ (pff=272-350KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)
38-43		
40-42	38-40	33-35

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

$c_p' = 0 \div 10$  kPa = coesione apparente

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

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

$c_r' = 0$  kPa = coesione apparente

$\phi_r' = 33^\circ - 35^\circ$  = angolo di resistenza al taglio

Per le caratteristiche di deformabilità dalle prove sismiche in foro (C415, SG15) si ottengono valori di  $V_s$  che mostrano valori che vanno mediamente da 170 m/s a 600 m/s fino a 25m di profondità.

Ai valori delle velocità di taglio  $V_s$  corrispondono moduli di taglio iniziali  $G_0$  che mostrano un andamento crescente con la profondità, da circa 100MPa a circa 500MPa a 25m di profondità.

Una stima con la profondità si rende difficoltosa per la dispersione di  $G_0$  che si rende particolarmente evidente con il valore normalizzato della pressione efficace media.

Tenendo conto delle prove SPT si ottiene una stima cautelativa:

<b>G0 (MPa)</b>	<b>E0 (MPa)</b>	<b>E' (MPa)</b>
$20 z^{0.6}$	$48 z^{0.6}$	$(7 \div 16) z^{0.6}$

Con E' pari rispettivamente a circa 1/5 ÷ 1/10 (medio-grandi deformazioni) ed a 1/3 di quelli iniziali (piccole deformazioni).

Le prove pressiometriche forniscono valori variabili compresi fra 150 e 350 MPa fra 10 e 20m di profondità.

In definitiva, i parametri geotecnici considerati nella presente relazione sono i seguenti:

<b>Livello</b>	<b><math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\phi_k</math> (°)</b>	<b><math>c'_k</math> (kPa)</b>	<b><math>c_{u-k}</math> (kPa)</b>	<b>E (MPa)</b>
Rilevato	20	38	0	-	-
Sabbie e Ghiaie di Messina	19	38	0	-	$(7-16) z^{0.6}$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Conglomerato di Pezzo	21	40	0	-		150
-----------------------	----	----	---	---	--	-----

Cautelativamente, come terreno di fondazione dei muri sono stati considerati i parametri delle Sabbie e ghiaie di Messina.

In relazione della natura dei depositi sintetizzata nelle pagine precedenti, considerando il numero esiguo di prove per la caratterizzazione sismica disponibili nelle vicinanze dell'opera, cautelativamente alla zona in esame si assegna la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C**.

## 6.2 Parametri 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 ( $90^\circ$ );

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

$\varepsilon$  = Inclinazione del pendio a monte ( $0^\circ$  x muri di sos tegno).

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 caso statico*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 6.2.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

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

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

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	$\phi$ [°]	$k_{a,sism}$
Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.33
Progetto	A2+M2+R2	32	0.40

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

## 7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Lat. | 38° 13' 21.63" N  
 Long. | 15° 38' 48.48" E

$a_{g-SLV}$  | 0.442  
 $a_{g-SLD}$  | 0.172

A partire dalle accelerazioni su suolo rigido si ricavano le accelerazioni attese al sito ( $a_{max}$ ), ottenute moltiplicando le  $a_g$  per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. La categoria di suolo prevista è C ( $V_{s30}$  da sismica a rifrazione SR15 e S441), mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottengono quindi questi valori di  $a_{max}$ :

$S_{S-SLV}$  | 1.039  
 $S_{S-SLD}$  | 1.457  
 $S_T$  | 1  
 $a_{max-SLV}$  |  $a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.459$   
 $a_{max-SLD}$  |  $a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.250$

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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

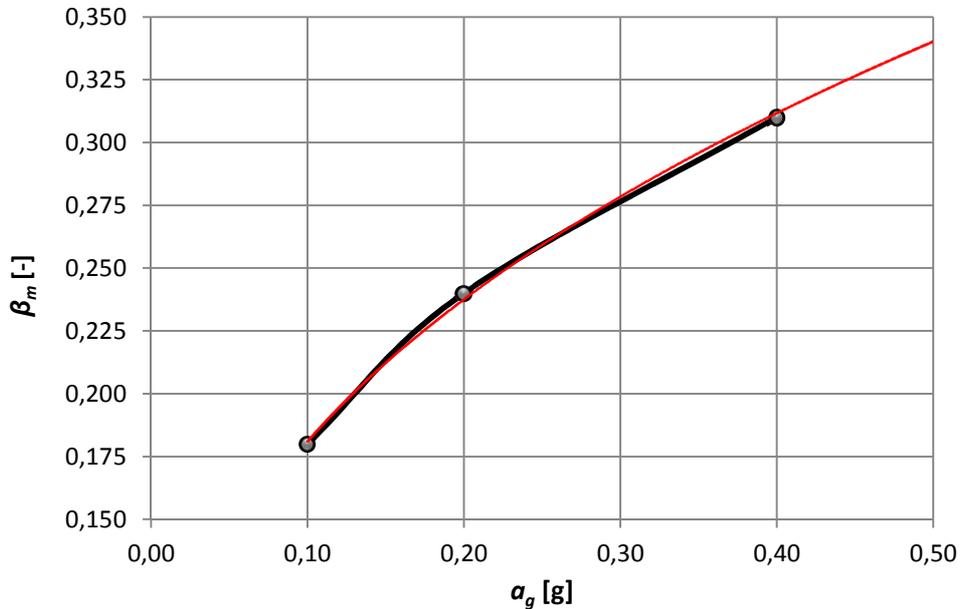


Figura 1: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

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

Per SLD risulta:  $\beta_m = 0.24$

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

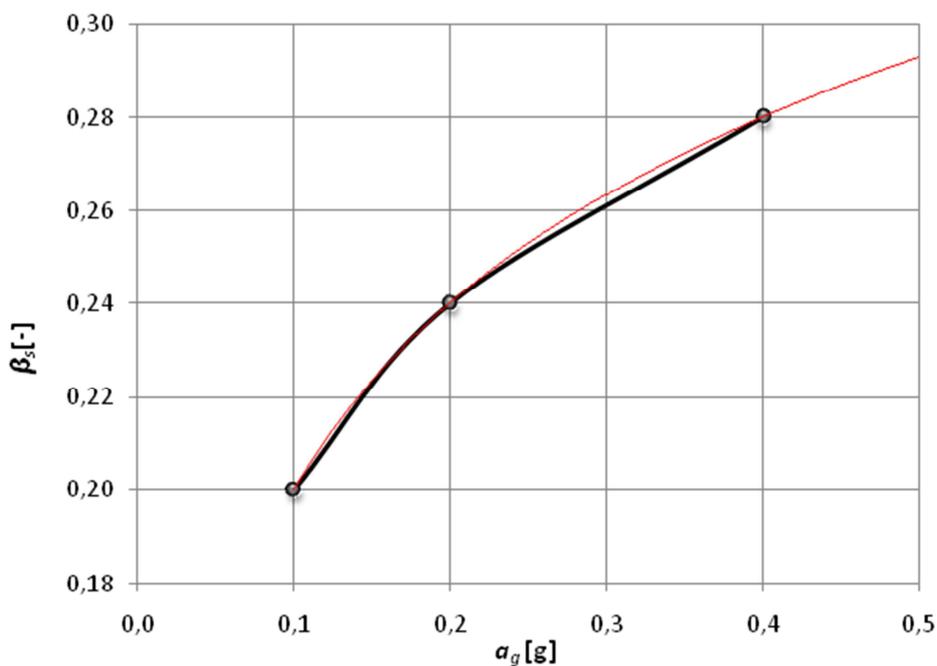


Figura 2: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

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

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

## 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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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 20 kPa in fase statica e 10 kPa in fase sismica.

#### AZIONI SISMICHE (E)

Parametri sismici adottati:

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

### 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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### COMBINAZIONI SLE

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

### 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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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:

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

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:

Fattori di capacità portante	$N_c$	$(N_q-1)\cot\phi$	Hansen
	$N_\gamma$	$1,5*(N_q-1)\tan\phi$	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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

	$d_\gamma$	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)

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

## 9.5 Verifiche S.L.E.

Due sono le verifiche condotte:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 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 alla classe di esposizione XF4; le caratteristiche vengono descritte nel precedente capitolo sui materiali utilizzati.

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:

#### 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:

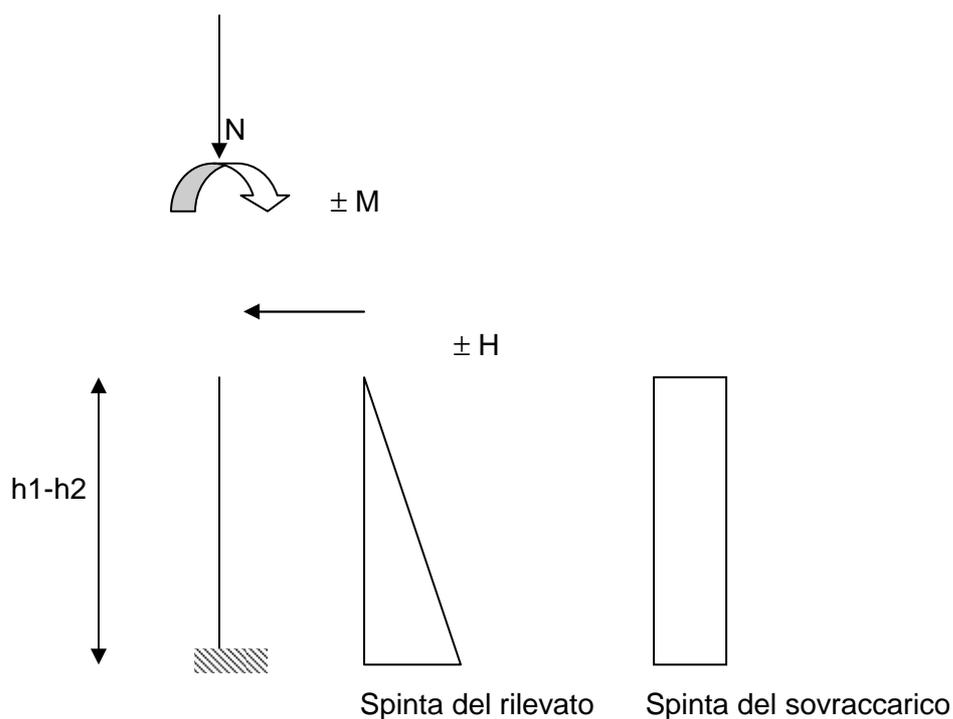
$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} \quad (4.1.42)$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9.6 Verifiche pannello prefabbricato

### 9.6.1 Verifica a flessione nel piano verticale

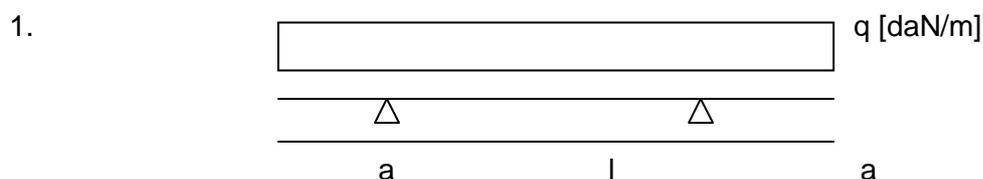
Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nella fondazione, secondo lo schema seguente:



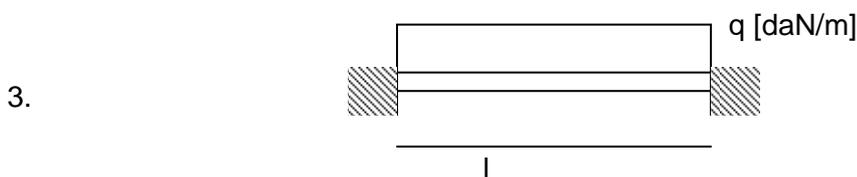
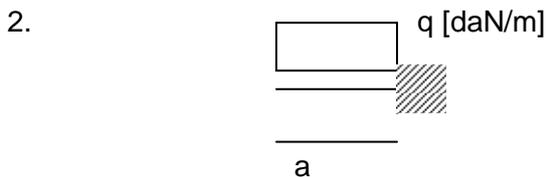
Viene condotta una verifica a presso flessione di un'equivalente sezione a T, con una sola nervatura data dalla somma delle due nervature, a partire dal bordo superiore del paramento prefabbricato, con passo di esplorazione "d"

### 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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0664_F0	Rev F0	Data 20/06/2011



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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta) \quad (4.1.19)$$

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 ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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 3 geometrie differenti di seguito descritte.

1. Muro  $H=3.30$  m: spessore della fondazione pari a 0.30 m ed altezza del paramento variabile fino al massimo a 3 m
2. Muro  $H=5.50$  m: spessore della fondazione pari a 0.50 m ed altezza del paramento variabile da 3 a 5 m
3. Muro  $H=7.70$  m: spessore della fondazione pari a 0.70 m ed altezza del paramento variabile da 5 a 7 m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO**

**H = 3,30 m**

Approccio **1**

Muro Tipo **T**

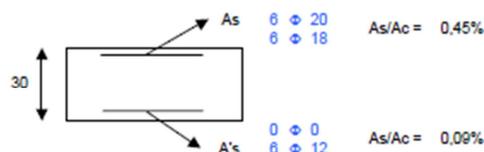
**1 DATI DI PROGETTO**

1a)	<b>Dati geotecnici</b> Angolo di attrito interno Peso specifico Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale) Angolo di inclinazione piano di campagna Coesione	gradi daN / m3 gradi gradi daN / cm2	$\phi$ $\gamma$ $\delta$ $\epsilon$ c	38 2.000 25 0 0
1b)	<b>Carichi agenti</b> Sovraccarico variabile stradale / ferroviario Sovraccarico permanente Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte) Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte) Sovraccarico sulla fondazione a monte Momento in testa variabile (positivo tende lato monte) Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte) Forza verticale in testa (positivo di compressione) Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	daN / m2 daN / m2 daN / elemento daN / elemento daN / m2 daNm / elemento daNm / elemento daN / elemento m	qa qp fv fe q1 momv mome N braccio	2.000 800 0 3.333 0 0 3.333 0 0,00
1c)	<b>Dati sismici</b> Classe d'Uso Vita Nominale Periodo di Riferimento Tempo di Ritorno Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido fattore di amplificazione spettrale periodo d'inizio Categoria sottosuolo Categoria topografica Fattore di amplificazione stratigrafica Fattore di amplificazione topografica	<b>IV</b>  anni anni anni [g]  sec	Cu Vn Vr Tr ag(g) F0 Tc*	SLV 2 2 100 100 200 200 1.898 201 0,442 0,172 2,491 2,355 0,423 0,336 C C T1 T1 1,039 1,457 1,00 1,00
1d)	<b>Morfologia del muro</b> Altezza del muro Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta Peso elemento prefabbricato Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale Larghezza elemento prefabbricato Dimensione appoggio muro Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante) Pendenza nervatura Larghezza nervatura / e Spessore soletta	m m m daN gradi m m m m m m m	h1 X <sub>G</sub>  P b b1 appoggio  pendenza s sol	3,30 0,53 0,13 2,875 90 2,50 0,66 0,30 20% 0,30 0,10
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b> Spessore massimo soletta di fondazione Spessore minimo soletta di fondazione lato monte Spessore minimo soletta di fondazione lato valle Larghezza fondazione Dimensione sbalzo anteriore Larghezza suola fondazione a monte Larghezza suola fuori nervatura Larghezza sottofondazione Altezza sottofondazione Sbalzo a valle sottofondazione	m m m m m m m m m m m	h2 h3 h4 l sbalzo l1 fo lf hf sbf	0,30 0,30 0,30 2,60 0,40 2,10 1,60 0,00 0,00 0,00
1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b> Angolo di attrito interno Peso specifico Coesione Ricoprimento fondazione a valle	gradi daN / m3 daN / cm2 m	$\phi$ $\gamma$ c hr	38 1.900 0 0,40

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_T$	1,41	> 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,51	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_p$	1,07	> 1,00
				$\sigma_{max}$	1,87	daN / cm2
				$\sigma_{min}$	0,00	daN / cm2

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CS0664\_F0

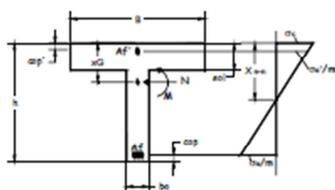
Rev  
F0

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>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,20 2,08
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	2,11 2,97
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 -196 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	8.211 > Me -2353,2
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	-10 < $\sigma_c$ lim 112,5 8.211 > Me -2650,7
	<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 1.205 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

**4a) Verifica prefabbricato**



Af'	4 $\phi$ 12	
Af1	4 $\phi$ 22	
Af2	4 $\phi$ 22	L2 2,30 m
Af3	4 $\phi$ 12	L3 1,48 m
Af4	0 $\phi$ 0	L4 0,00 m
Af5	0 $\phi$ 0	L5 0,00 m

SLU								STAFFE		
d	h	$A_s$	$A_s$	$M_{s,d}$	$N_{s,d}$	$M_u$	$M_u/M_{s,d}$	Vrzd	Vrzd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
150	30	15,21	4,52	11367	1338	14256	1,25	10942	36290	8295
164	32,7	15,21	4,52	12475	1459	15782	1,27	12119	40191	8889
177	35,5	19,73	4,52	13661	1581	22253	1,63	13299	44104	9508
300	60,0	19,73	4,52	28322	2675	40357	1,42	23917	79321	16148

SISMICO								STAFFE		
d	h	$A_s$	$A_s$	$M_{s,d}$	$N_{s,d}$	$M_u$	$M_u/M_{s,d}$	Vrzd	Vrzd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
150	30	15,21	4,52	13249	1338	14256	1,08	10942	36290	10243
164	32,7	15,21	4,52	14735	1459	15782	1,07	12119	40191	11048
177	35,5	19,73	4,52	16337	1581	22253	1,36	13299	44104	11883
300	60,0	19,73	4,52	36583	2675	40357	1,10	23917	79321	20714

SLE				FREQUENTE		RARA	
d	h	$A_s$	$A_s$	Mcr	esm	wk < 0,3	$\sigma_c < 210$
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
150	30	15,21	4,52	4048	-	1544	12
164	32,7	15,21	4,52	4640	-	1897	12
177	35,5	19,73	4,52	6184	0	2297	11
300	60,0	19,73	4,52	13683	-	8376	16

QUASI PERMANENTE			
Me	esm=ccm	wk	$\sigma_c < 157,5$
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
1323	-	Mcr>Me	7
1835	-	Mcr>Me	8
1989	-	Mcr>Me	7
7495	-	Mcr>Me	12

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	2,32 1,76
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	31 < $\sigma_c$ lim 210 1.131 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	59 > Me 25
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	26 < $\sigma_c$ lim 157,5 59 > Me 24
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	40 < $\sigma_c$ lim 210 1.471 < $\sigma_s$ lim 3520

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 5,50 m**

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

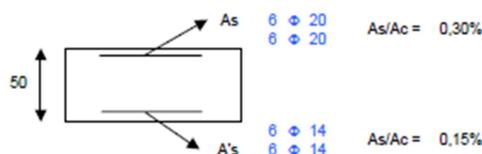
**1 DATI DI PROGETTO**

<b>1a)</b>	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	38	
	Peso specifico	daN / 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	
<b>1b)</b>	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraaccario variabile stradale / ferroviario	daN / m <sup>2</sup>	qa	2.000	
	Sovraaccario permanente	daN / m <sup>2</sup>	qp	800	
	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	
	Sovraaccario 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	momc	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	2	SLV 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)	0,442	0,172
	fattore di amplificazione spettrale		F0	2,491	2,355
	periodo d'inizio	sec	Tc'	0,423	0,336
	Categoria sottosuolo		C		C
	Categoria topografica		T1		T1
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,039	1,457
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	1,00
<b>1d)</b>	<b>Morfologia del muro</b>				
	Altezza del muro	m	h1	5,50	
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	0,82	
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,22	
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	5.100	
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90	
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50	
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,10	
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30	
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%	
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,30	
	Spessore soletta	m	sol	0,10	
<b>1e)</b>	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,50	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,50	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,50	
	Larghezza fondazione	m	l	3,50	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,60	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,80	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,90	
	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 / m <sup>3</sup>	$\gamma$	1.900	
	Coesione	daN / cm <sup>2</sup>	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	$k_T$	1,57	> 1,00
<b>2b)</b>	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_{Rt}$	1,77	> 1,00
<b>2c)</b>	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A2+M2	$k_p$	1,63	> 1,00
				$\sigma_{Tmax}$	2,34	daN / cm <sup>2</sup>
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm <sup>2</sup>

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487  
RELAZIONE DI CALCOLO

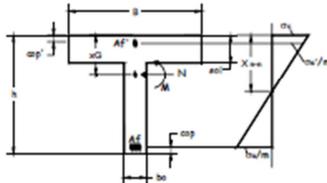
Codice documento  
CS0664\_F0

Rev F0  
Data 20/06/2011

3a)	Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,13 1,24
3b)	Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro) Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	3,43 3,27
3c)	Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	4 < $\sigma_c$ lim 150 178 < $\sigma_s$ lim 3520
	Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)	Mcr [daNm]	22.457 > Me 589.332
	Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	0 < $\sigma_c$ lim 112,5 22.457 > Me -315,75
	Verifica fondazione di monte SISMICO SLD (sezione d'incastro)	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	51 < $\sigma_c$ lim 150 2.178 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af*	4	φ 12		
Af 1	4	φ 22		
Af 2	4	φ 22	L 2	4,50 m
Af 3	4	φ 22	L 3	3,38 m
Af 4	0	φ 0	L 4	0,00 m
Af 5	0	φ 0	L 5	0,00 m

SLU							STAFFE				
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>s</sub>	M <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>Ed</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1,00	daN	daN	daN
136	30	15,21	4,52	10330	1391	14259	1,38	10942	36290	7723	
159	31,8	15,21	4,52	12095	1623	15284	1,26	11725	38886	8687	
205	40,9	30,41	4,52	16274	2087	39905	2,45	15657	51927	10815	
3	500	100,0	30,41	72249	5100	107479	1,49	41217	136696	31124	
4											
5											

SISMICO							STAFFE				
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>s</sub>	M <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>Ed</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	daNm	>1,00	daN	daN	daN
136	30	15,21	4,52	12346	1391	14259	1,15	10942	36290	10093	
159	31,8	15,21	4,52	14868	1623	15284	1,03	11725	38886	11502	
205	40,9	30,41	4,52	20951	2087	39905	1,90	15657	51927	14561	
3	500	100,0	30,41	103853	5100	107479	1,03	41217	136696	42296	
4											
5											

SLE				FREQUENTE		RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>s</sub>	Mcr	sm	wk < 0,3	$\sigma_c$ < 210
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
136	30	15,21	4,52	4048	-	1234	10
159	31,8	15,21	4,52	4439	-	1774	12
205	40,9	30,41	4,52	10203	0	3243	11
3	500	100,0	30,41	36412	-	31432	23
4							
5							

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-ecm	wk < 0,2	$\sigma_c$ < 157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
1052	-	Mcr>Me	6
1528	-	Mcr>Me	8
2833	-	Mcr>Me	8
28983	-	Mcr>Me	18

4b)	Verifica soletta nel piano orizzontale SLU Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO	10 φ 6	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,64 1,23
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	44 < $\sigma_c$ lim 210 1.646 < $\sigma_s$ lim 3520	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE	Mcr [daNm]	98 > Me 64	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	39 < $\sigma_c$ lim 157,5 98 > Me 62	
	Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	57 < $\sigma_c$ lim 210 2.132 < $\sigma_s$ lim 3520	

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO**

**H = 7,70 m**

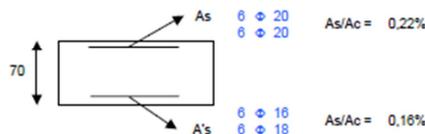
Approccio 1

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>		
	Sovraaccario variabile stradale / ferroviario	daN / m <sup>2</sup>	qa 2.000
	Sovraaccario permanente	daN / m <sup>2</sup>	qp 800
	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
	Sovraaccario 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	momc 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 2
	Periodo di Riferimento	anni	Vn 100
	Tempo di Ritorno	anni	Vr 200
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	Tr 1.898
	fattore di amplificazione spettrale		ag(g) 0,442
	periodo d'inizio	sec	F0 2,491
	Categoria sottosuolo		Tc* 0,423
	Categoria topografica		C C
	Fattore di amplificazione stratigrafica		T1 T1
	Fattore di amplificazione topografica		Ss 1,039
			St 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	XG 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>	$\gamma$ 1.900
	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 $k_T$ 1,39 > 1,00
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQU $k_R$ 1,59 > 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	SISMICAGEO $k_p$ 1,03 > 1,00
			$\sigma_{max}$ 3,32 daN / cm <sup>2</sup>
			$\sigma_{min}$ 0,00 daN / cm <sup>2</sup>

**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CS0664\_F0

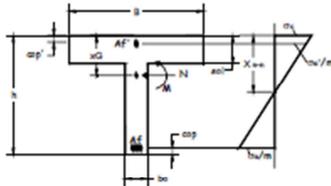
Rev  
F0

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>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,65 1,27
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,50 1,33
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> ]	7 < $\sigma_c$ lim 150 391 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	42.951 > Me 6372,91
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	4 < $\sigma_c$ lim 112,5 42.951 > Me 5249,88
	<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> ]	42 < $\sigma_c$ lim 150 2.225 < $\sigma_s$ lim 3520

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



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

SLU							Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	Mu	Mu/M <sub>sd</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
127	30	12,57	4,52	9679	1609	11847	1,22	19299	43203	7356	
159	31,8	15,21	4,52	12095	2011	15230	1,26	20692	46322	8687	
2	191	38,2	30,41	4,52	14923	2414	36667	2,46	25586	57276	10149
3	509	101,8	45,62	4,52	74978	6437	162723	2,17	74518	166817	31930
4	700	140,0	45,62	4,52	149879	8850	229232	1,53	103877	232541	51247

SISMICO							Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>sd</sub>	N <sub>sd</sub>	Mu	Mu/M <sub>sd</sub>	Vr <sub>sd</sub>	Vr <sub>cd</sub>	V <sub>sd</sub>	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
127	30	12,57	4,52	11134	1609	11847	1,06	19299	43203	9096	
159	31,8	15,21	4,52	14406	2011	15230	1,06	20692	46322	10930	
2	191	38,2	30,41	4,52	18308	2414	36667	2,00	25586	57276	12921
3	509	101,8	45,62	4,52	103032	6437	162723	1,58	74518	166817	41485
4	700	140,0	45,62	4,52	207432	8850	229232	1,11	103877	232541	66167

SLE					Ka		FREQUENTE			RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	zsm	Me	zsm	wk < 0,3	$\sigma_c$ < 10	$\sigma_s$ < 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	3795	-	1051	-	Mcr > Me	9	424	
159	31,8	15,21	4,52	4643	-	1774	-	Mcr > Me	12	560	
2	191	38,2	30,41	4,52	9470	0	2743	-	Mcr > Me	10	355
3	509	101,8	45,62	4,52	49069	0	32975	-	Mcr > Me	21	898
4	700	140,0	45,62	4,52	76793	108	77609	0,00	0,04	31	1456

QUASI PERMANENTE			
Me	zsm-ecm	wk < 0,2	$\sigma_c$ < 157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
892	-	Mcr > Me	5
1526	-	Mcr > Me	8
2386	-	Mcr > Me	7
30436	-	Mcr > Me	17
72809	-	Mcr > Me	25

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,87 1,47
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	50 < $\sigma_c$ lim 210 1.468 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	145 > Me 121
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	46 < $\sigma_c$ lim 157,5 145 > Me 117
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO SLD</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	64 < $\sigma_c$ lim 210 1.873 < $\sigma_s$ lim 3520

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<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 facendo riferimento alle indicazioni riportate in precedenza; in particolare si assume:

$$\gamma_r \geq 1.1$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 totale del muro di  $(7.35+0.70)=8.05\text{m}$ . 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	$\gamma_{\text{nat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_d$ □ □ (°)	$c'_d$ (kPa)
Rilevato	20	32	0
Sabbie e ghiaie di Messina	19	32	0
Conglomerato di Pezzo	21	33.9	0

Parametri geotecnici di progetto

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

$$\frac{a_g}{g} = 0.442$$

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

$$S_S = 1.039$$

$$S_T = 1.0$$

$$\beta_s = 0.30$$

$$\frac{a_{\text{max}}}{g} = 1.039 \cdot 1.0 \cdot 0.442 = 0.459$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\text{max}}}{g} = 0.30 \cdot 0.459 = 0.138$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2} = \pm 0.0689$$

dove:

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

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

$g$  : accelerazione di gravità

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

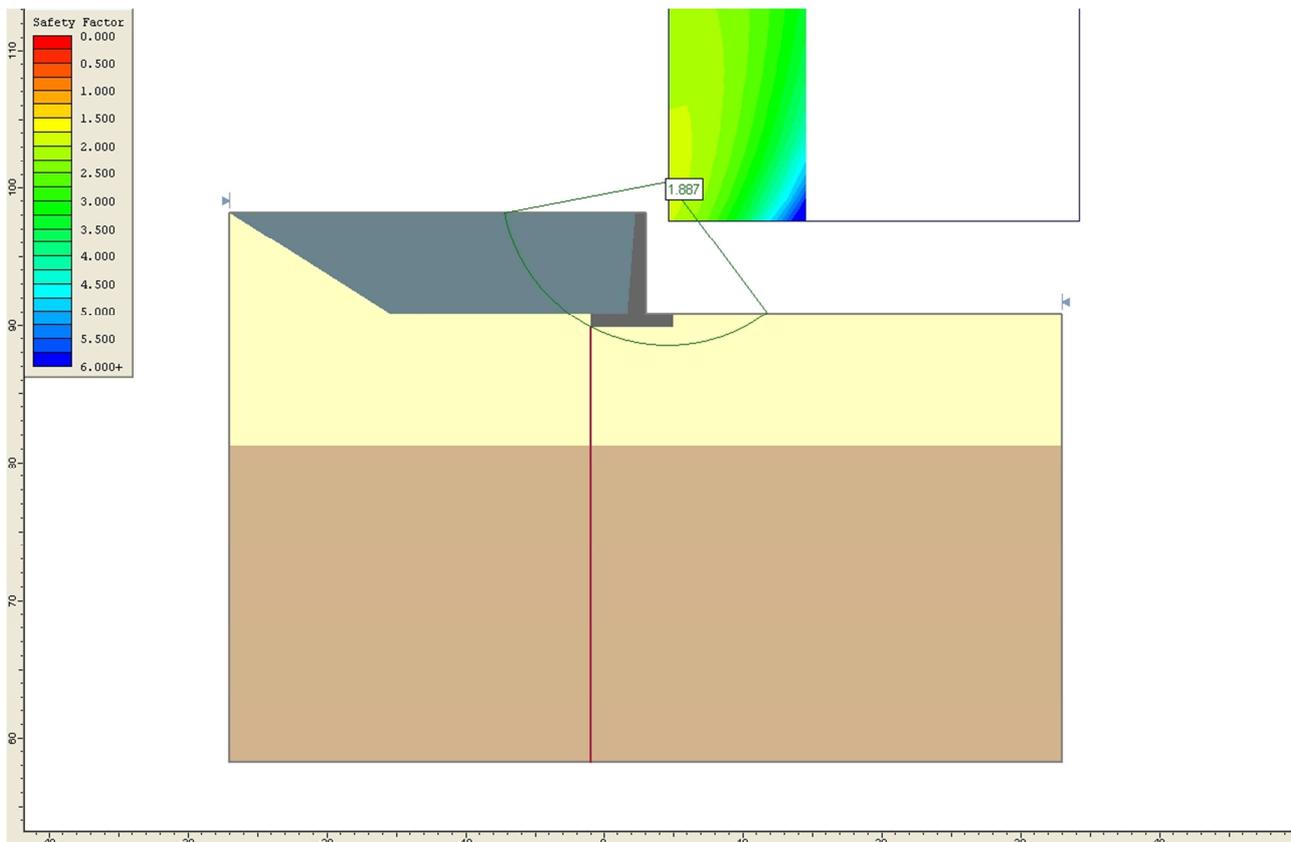
$S_s$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica per suolo di tipo 'C'  
 $S_t$  : coefficiente di amplificazione topografica, assunto pari a 1  
 $\beta_s$  = coefficiente di riduzione, assunto in funzione del valore di  $a_g$  pari a 0,30  
 $k_h$  = coefficiente sismico orizzontale  
 $k_v$  = coefficiente sismico verticale

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

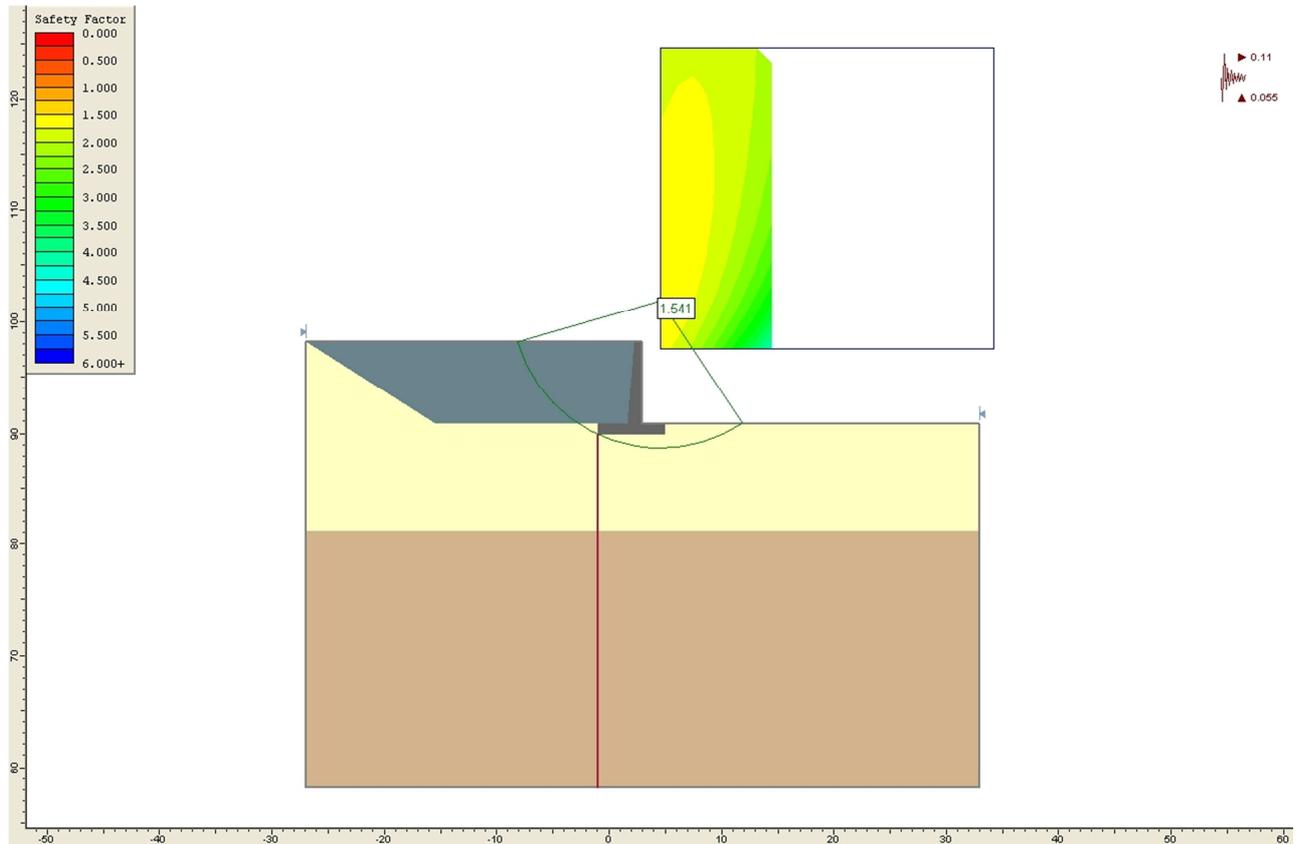
Caso	Fattore di sicurezza globale
statico	1.887
sismico	1.541

Risultati analisi di stabilità

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



**Analisi di stabilità caso statico:  $F_s=1.887$**



**Analisi di stabilità caso sismico:  $F_s=1.541$**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> CS0664_F0	<table border="1"> <tr> <td><b>Rev</b></td> <td><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

## 11 TABULATI DI CALCOLO

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

#### Slide Analysis Information

##### Document Name

File Name: Muro sostegno asse M 0+342 0+487-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

##### 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: rilevato

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

##### Material: c.a.

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

##### Material: CongPezzo

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 33 degrees  
Water Surface: None

##### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-27.000	81.210
33.000	81.210

##### Material Boundary

-27.000	98.210
-15.406	90.860
-1.000	90.860
1.600	90.860
2.250	98.210

##### Material Boundary

-1.000	90.860
-1.000	89.860
5.000	89.860
5.000	90.860

##### External Boundary

1.200	98.210
-7.000	98.210
-27.000	98.210
-27.000	81.210
-27.000	58.210
33.000	58.210
33.000	81.210
33.000	90.860
5.000	90.860
3.000	90.860
3.000	98.210
2.250	98.210

##### Focus/Block Search Line

-1.000	58.210
-1.000	89.860

##### Search Grid

4.587	97.620
34.232	97.620
34.232	124.673
4.587	124.673

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Raw Data for Minimum Circle Results								
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety					
4.587	97.620	9.562	1.94145	7.410	123.249	34.432	2.47858	
4.587	99.044	10.750	1.89649	7.410	124.673	35.815	2.51854	
4.587	100.468		1.98999	8.822	97.620	12.518	3.02252	
4.587	101.892		13.266	8.822	99.044	13.447	2.74185	
4.587	103.315		14.569	8.822	100.468		14.457	2.56579
4.587	104.739		15.894	8.822	101.892		15.532	2.44194
4.587	106.163		17.234	8.822	103.315		16.659	2.36539
4.587	107.587		18.587	8.822	104.739		17.829	2.31566
4.587	109.011		19.949	8.822	106.163		19.033	2.28684
4.587	110.435		21.320	8.822	107.587		20.266	2.27175
4.587	111.858		22.697	8.822	109.011		21.523	2.26875
4.587	113.282		24.079	8.822	110.435		22.799	2.27289
4.587	114.706		25.467	8.822	111.858		24.092	2.28478
4.587	116.130		26.858	8.822	113.282		25.398	2.30169
4.587	117.554		28.252	8.822	114.706		26.717	2.32189
4.587	118.978		29.649	8.822	116.130		28.046	2.34643
4.587	120.401		31.048	8.822	117.554		29.384	2.37339
4.587	121.825		32.450	8.822	118.978		30.730	2.40226
4.587	123.249		33.853	8.822	120.401		32.082	2.43265
4.587	124.673		35.259	8.822	121.825		33.440	2.46629
5.999	97.620	10.450	2.14612	8.822	123.249		34.804	2.49874
5.999	99.044	11.547	2.03771	8.822	124.673		36.172	2.53197
5.999	100.468		12.709	10.234	97.620	13.653	3.64927	
5.999	101.892		13.919	10.234	99.044	14.510	3.31122	
5.999	103.315		15.167	10.234	100.468		15.451	3.03128
5.999	104.739		16.443	10.234	101.892		16.461	2.85285
5.999	106.163		17.742	10.234	103.315		17.528	2.71795
5.999	107.587		19.059	10.234	104.739		18.644	2.62699
5.999	109.011		20.390	10.234	106.163		19.799	2.55883
5.999	110.435		21.732	10.234	107.587		20.987	2.51462
5.999	111.858		23.085	10.234	109.011		22.202	2.48556
5.999	113.282		24.446	10.234	110.435		23.442	2.46825
5.999	114.706		25.813	10.234	111.858		24.701	2.45775
5.999	116.130		27.186	10.234	113.282		25.977	2.45761
5.999	117.554		28.565	10.234	114.706		27.268	2.46327
5.999	118.978		29.947	10.234	116.130		28.571	2.47361
5.999	120.401		31.333	10.234	117.554		29.886	2.49040
5.999	121.825		32.723	10.234	118.978		31.210	2.50754
5.999	123.249		34.115	10.234	120.401		32.542	2.52852
5.999	124.673		35.510	10.234	121.825		33.882	2.55029
7.410	97.620	11.443	2.49831	10.234	123.249		35.228	2.57381
7.410	99.044	12.453	2.32148	10.234	124.673		36.581	2.59878
7.410	100.468		13.537	11.645	97.620	14.837	4.54575	
7.410	101.892		14.680	11.645	99.044	15.628	3.97322	
7.410	103.315		15.868	11.645	100.468		16.505	3.63326
7.410	104.739		17.092	11.645	101.892		17.455	3.35588
7.410	106.163		18.345	11.645	103.315		18.465	3.17148
7.410	107.587		19.621	11.645	104.739		19.527	3.02250
7.410	109.011		20.916	11.645	106.163		20.632	2.91808
7.410	110.435		22.227	11.645	107.587		21.775	2.83922
7.410	111.858		23.551	11.645	109.011		22.949	2.78175
7.410	113.282		24.887	11.645	110.435		24.150	2.73875
7.410	114.706		26.231	11.645	111.858		25.374	2.70802
7.410	116.130		27.584	11.645	113.282		26.618	2.68715
7.410	117.554		28.943	11.645	114.706		27.879	2.67428
7.410	118.978		30.308	11.645	116.130		29.155	2.66913
7.410	120.401		31.678	11.645	117.554		30.444	2.66818
7.410	121.825		33.053	11.645	118.978		31.745	2.67171
				11.645	120.401		33.056	2.67898
				11.645	121.825		34.376	2.68940
				11.645	123.249		35.704	2.70280

MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento CS0664_F0	Rev F0	Data 20/06/2011
---	-------------------------------	-----------	--------------------

11.645	124.673		37.039	2.71848	17.292	103.315	22.708	-1000.00000
13.057	97.620	16.057	5.44330		17.292	104.739	23.579	-1000.00000
13.057	99.044	16.791	4.74524		17.292	106.163	24.503	-1000.00000
13.057	100.468		17.610	4.31543	17.292	107.587	25.472	-1000.00000
13.057	101.892		18.503	3.98867	17.292	109.011	26.483	-1000.00000
13.057	103.315		19.459	3.71691	17.292	110.435	27.530	-1000.00000
13.057	104.739		20.469	3.52484	17.292	111.858	28.610	-1000.00000
13.057	106.163		21.527	3.37459	17.292	113.282	29.719	-1000.00000
13.057	107.587		22.624	3.25367	17.292	114.706	30.853	-1000.00000
13.057	109.011		23.756	3.16070	17.292	116.130	32.011	-1000.00000
13.057	110.435		24.918	3.08749	17.292	117.554	33.190	-1000.00000
13.057	111.858		26.106	3.03010	17.292	118.978	34.387	-1000.00000
13.057	113.282		27.317	2.98539	17.292	120.401	35.600	-1000.00000
13.057	114.706		28.547	2.95142	17.292	121.825	36.829	-1000.00000
13.057	116.130		29.795	2.92609	17.292	123.249	38.072	-1000.00000
13.057	117.554		31.057	2.90797	17.292	124.673	39.326	-1000.00000
13.057	118.978		32.333	2.89588	18.704	97.620	21.177	-1000.00000
13.057	120.401		33.621	2.88831	18.704	99.044	21.739	-1000.00000
13.057	121.825		34.920	2.88565	18.704	100.468	22.378	-1000.00000
13.057	123.249		36.228	2.88667	18.704	101.892	23.087	-1000.00000
13.057	124.673		37.544	2.89084	18.704	103.315	23.860	-1000.00000
14.469	97.620	17.306	6.50015		18.704	104.739	24.691	-1000.00000
14.469	99.044	17.990	5.83132		18.704	106.163	25.574	-1000.00000
14.469	100.468		18.756	5.12596	18.704	107.587	26.504	-1000.00000
14.469	101.892		19.597	4.71637	18.704	109.011	27.477	-1000.00000
14.469	103.315		20.502	4.39451	18.704	110.435	28.488	-1000.00000
14.469	104.739		21.463	4.11957	18.704	111.858	29.533	-1000.00000
14.469	106.163		22.474	3.91750	18.704	113.282	30.608	-1000.00000
14.469	107.587		23.527	3.75449	18.704	114.706	31.711	-1000.00000
14.469	109.011		24.618	3.61807	18.704	116.130	32.838	-1000.00000
14.469	110.435		25.741	3.51100	18.704	117.554	33.988	-1000.00000
14.469	111.858		26.893	3.42371	18.704	118.978	35.158	-1000.00000
14.469	113.282		28.069	3.35255	18.704	120.401	36.346	-1000.00000
14.469	114.706		29.268	3.29468	18.704	121.825	37.550	-1000.00000
14.469	116.130		30.486	3.24571	18.704	123.249	38.770	-1000.00000
14.469	117.554		31.721	3.20826	18.704	124.673	40.002	-1000.00000
14.469	118.978		32.972	3.17859	20.115	97.620	22.496	-1000.00000
14.469	120.401		34.235	3.15552	20.115	99.044	23.026	-1000.00000
14.469	121.825		35.512	3.13809	20.115	100.468	23.630	-1000.00000
14.469	123.249		36.798	3.12549	20.115	101.892	24.303	-1000.00000
14.469	124.673		38.095	-1000.00000	20.115	103.315	25.038	-1000.00000
15.880	97.620	18.579	-1000.00000		20.115	104.739	25.831	-1000.00000
15.880	99.044	19.217	-1000.00000		20.115	106.163	26.677	-1000.00000
15.880	100.468		19.937	-1000.00000	20.115	107.587	27.570	-1000.00000
15.880	101.892		20.729	-1000.00000	20.115	109.011	28.506	-1000.00000
15.880	103.315		21.587	-1000.00000	20.115	110.435	29.482	-1000.00000
15.880	104.739		22.502	-1000.00000	20.115	111.858	30.492	-1000.00000
15.880	106.163		23.468	-1000.00000	20.115	113.282	31.535	-1000.00000
15.880	107.587		24.478	-1000.00000	20.115	114.706	32.607	-1000.00000
15.880	109.011		25.528	-1000.00000	20.115	116.130	33.704	-1000.00000
15.880	110.435		26.613	-1000.00000	20.115	117.554	34.825	-1000.00000
15.880	111.858		27.729	-1000.00000	20.115	118.978	35.968	-1000.00000
15.880	113.282		28.871	-1000.00000	20.115	120.401	37.130	-1000.00000
15.880	114.706		30.038	-1000.00000	20.115	121.825	38.310	-1000.00000
15.880	116.130		31.226	-1000.00000	20.115	123.249	39.506	-1000.00000
15.880	117.554		32.433	-1000.00000	20.115	124.673	40.716	-1000.00000
15.880	118.978		33.657	-1000.00000	21.527	97.620	23.826	-1000.00000
15.880	120.401		34.896	-1000.00000	21.527	99.044	24.327	-1000.00000
15.880	121.825		36.149	-1000.00000	21.527	100.468	24.900	-1000.00000
15.880	123.249		37.414	-1000.00000	21.527	101.892	25.539	-1000.00000
15.880	124.673		38.690	-1000.00000	21.527	103.315	26.240	-1000.00000
17.292	97.620	19.870	-1000.00000		21.527	104.739	26.997	-1000.00000
17.292	99.044	20.468	-1000.00000		21.527	106.163	27.808	-1000.00000
17.292	100.468		21.145	-1000.00000	21.527	107.587	28.666	-1000.00000
17.292	101.892		21.894	-1000.00000	21.527	109.011	29.567	-1000.00000

MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento CS0664_F0	Rev F0	Data 20/06/2011
---	-------------------------------	-----------	--------------------

21.527	110.435	30.509 -1000.00000	25.762	117.554	38.512 -1000.00000
21.527	111.858	31.487 -1000.00000	25.762	118.978	39.548 -1000.00000
21.527	113.282	32.497 -1000.00000	25.762	120.401	40.608 -1000.00000
21.527	114.706	33.538 -1000.00000	25.762	121.825	41.689 -1000.00000
21.527	116.130	34.606 -1000.00000	25.762	123.249	42.791 -1000.00000
21.527	117.554	35.699 -1000.00000	25.762	124.673	43.911 -1000.00000
21.527	118.978	36.815 -1000.00000	27.174	97.620	29.223 -1000.00000
21.527	120.401	37.951 -1000.00000	27.174	99.044	29.633 -1000.00000
21.527	121.825	39.106 -1000.00000	27.174	100.468	30.104 -1000.00000
21.527	123.249	40.278 -1000.00000	27.174	101.892	30.635 -1000.00000
21.527	124.673	41.466 -1000.00000	27.174	103.315	31.222 -1000.00000
22.939	97.620	25.165 -1000.00000	27.174	104.739	31.861 -1000.00000
22.939	99.044	25.640 -1000.00000	27.174	106.163	32.551 -1000.00000
22.939	100.468	26.184 -1000.00000	27.174	107.587	33.287 -1000.00000
22.939	101.892	26.792 -1000.00000	27.174	109.011	34.066 -1000.00000
22.939	103.315	27.461 -1000.00000	27.174	110.435	34.887 -1000.00000
22.939	104.739	28.186 -1000.00000	27.174	111.858	35.745 -1000.00000
22.939	106.163	28.963 -1000.00000	27.174	113.282	36.638 -1000.00000
22.939	107.587	29.788 -1000.00000	27.174	114.706	37.564 -1000.00000
22.939	109.011	30.656 -1000.00000	27.174	116.130	38.521 -1000.00000
22.939	110.435	31.565 -1000.00000	27.174	117.554	39.506 -1000.00000
22.939	111.858	32.511 -1000.00000	27.174	118.978	40.517 -1000.00000
22.939	113.282	33.491 -1000.00000	27.174	120.401	41.552 -1000.00000
22.939	114.706	34.502 -1000.00000	27.174	121.825	42.609 -1000.00000
22.939	116.130	35.541 -1000.00000	27.174	123.249	43.688 -1000.00000
22.939	117.554	36.606 -1000.00000	27.174	124.673	44.785 -1000.00000
22.939	118.978	37.695 -1000.00000	28.585	97.620	30.586 -1000.00000
22.939	120.401	38.805 -1000.00000	28.585	99.044	30.978 -1000.00000
22.939	121.825	39.936 -1000.00000	28.585	100.468	31.430 -1000.00000
22.939	123.249	41.084 -1000.00000	28.585	101.892	31.938 -1000.00000
22.939	124.673	42.249 -1000.00000	28.585	103.315	32.501 -1000.00000
24.350	97.620	26.511 -1000.00000	28.585	104.739	33.116 -1000.00000
24.350	99.044	26.963 -1000.00000	28.585	106.163	33.780 -1000.00000
24.350	100.468	27.480 -1000.00000	28.585	107.587	34.490 -1000.00000
24.350	101.892	28.061 -1000.00000	28.585	109.011	35.243 -1000.00000
24.350	103.315	28.700 -1000.00000	28.585	110.435	36.036 -1000.00000
24.350	104.739	29.394 -1000.00000	28.585	111.858	36.868 -1000.00000
24.350	106.163	30.140 -1000.00000	28.585	113.282	37.735 -1000.00000
24.350	107.587	30.934 -1000.00000	28.585	114.706	38.635 -1000.00000
24.350	109.011	31.771 -1000.00000	28.585	116.130	39.565 -1000.00000
24.350	110.435	32.649 -1000.00000	28.585	117.554	40.525 -1000.00000
24.350	111.858	33.564 -1000.00000	28.585	118.978	41.511 -1000.00000
24.350	113.282	34.514 -1000.00000	28.585	120.401	42.522 -1000.00000
24.350	114.706	35.496 -1000.00000	28.585	121.825	43.555 -1000.00000
24.350	116.130	36.507 -1000.00000	28.585	123.249	44.611 -1000.00000
24.350	117.554	37.545 -1000.00000	28.585	124.673	45.686 -1000.00000
24.350	118.978	38.607 -1000.00000	29.997	97.620	31.954 -1000.00000
24.350	120.401	39.692 -1000.00000	29.997	99.044	32.329 -1000.00000
24.350	121.825	40.797 -1000.00000	29.997	100.468	32.762 -1000.00000
24.350	123.249	41.922 -1000.00000	29.997	101.892	33.250 -1000.00000
24.350	124.673	43.065 -1000.00000	29.997	103.315	33.791 -1000.00000
25.762	97.620	27.864 -1000.00000	29.997	104.739	34.383 -1000.00000
25.762	99.044	28.294 -1000.00000	29.997	106.163	35.023 -1000.00000
25.762	100.468	28.788 -1000.00000	29.997	107.587	35.708 -1000.00000
25.762	101.892	29.342 -1000.00000	29.997	109.011	36.436 -1000.00000
25.762	103.315	29.954 -1000.00000	29.997	110.435	37.204 -1000.00000
25.762	104.739	30.620 -1000.00000	29.997	111.858	38.010 -1000.00000
25.762	106.163	31.337 -1000.00000	29.997	113.282	38.851 -1000.00000
25.762	107.587	32.101 -1000.00000	29.997	114.706	39.726 -1000.00000
25.762	109.011	32.908 -1000.00000	29.997	116.130	40.632 -1000.00000
25.762	110.435	33.757 -1000.00000	29.997	117.554	41.566 -1000.00000
25.762	111.858	34.643 -1000.00000	29.997	118.978	42.528 -1000.00000
25.762	113.282	35.564 -1000.00000	29.997	120.401	43.516 -1000.00000
25.762	114.706	36.518 -1000.00000	29.997	121.825	44.526 -1000.00000
25.762	116.130	37.501 -1000.00000	29.997	123.249	45.559 -1000.00000

<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>
	CS0664_F0	F0	20/06/2011

29.997	124.673		46.613 -1000.00000	32.820	111.858		40.345 -1000.00000
31.409	97.620	33.325	-1000.00000	32.820	113.282		41.139 -1000.00000
31.409	99.044	33.685	-1000.00000	32.820	114.706		41.966 -1000.00000
31.409	100.468		34.101 -1000.00000	32.820	116.130		42.824 -1000.00000
31.409	101.892		34.570 -1000.00000	32.820	117.554		43.712 -1000.00000
31.409	103.315		35.091 -1000.00000	32.820	118.978		44.628 -1000.00000
31.409	104.739		35.661 -1000.00000	32.820	120.401		45.570 -1000.00000
31.409	106.163		36.278 -1000.00000	32.820	121.825		46.536 -1000.00000
31.409	107.587		36.940 -1000.00000	32.820	123.249		47.525 -1000.00000
31.409	109.011		37.644 -1000.00000	32.820	124.673		48.536 -1000.00000
31.409	110.435		38.388 -1000.00000	34.232	97.620	36.076	-1000.00000
31.409	111.858		39.170 -1000.00000	34.232	99.044	36.409	-1000.00000
31.409	113.282		39.987 -1000.00000	34.232	100.468		36.794 -1000.00000
31.409	114.706		40.837 -1000.00000	34.232	101.892		37.230 -1000.00000
31.409	116.130		41.719 -1000.00000	34.232	103.315		37.714 -1000.00000
31.409	117.554		42.629 -1000.00000	34.232	104.739		38.245 -1000.00000
31.409	118.978		43.568 -1000.00000	34.232	106.163		38.821 -1000.00000
31.409	120.401		44.532 -1000.00000	34.232	107.587		39.440 -1000.00000
31.409	121.825		45.520 -1000.00000	34.232	109.011		40.100 -1000.00000
31.409	123.249		46.531 -1000.00000	34.232	110.435		40.800 -1000.00000
31.409	124.673		47.563 -1000.00000	34.232	111.858		41.536 -1000.00000
32.820	97.620	34.699	-1000.00000	34.232	113.282		42.307 -1000.00000
32.820	99.044	35.045	-1000.00000	34.232	114.706		43.112 -1000.00000
32.820	100.468		35.445 -1000.00000	34.232	116.130		43.948 -1000.00000
32.820	101.892		35.897 -1000.00000	34.232	117.554		44.813 -1000.00000
32.820	103.315		36.399 -1000.00000	34.232	118.978		45.707 -1000.00000
32.820	104.739		36.949 -1000.00000	34.232	120.401		46.627 -1000.00000
32.820	106.163		37.545 -1000.00000	34.232	121.825		47.572 -1000.00000
32.820	107.587		38.185 -1000.00000	34.232	123.249		48.540 -1000.00000
32.820	109.011		38.866 -1000.00000	34.232	124.673		49.530 -1000.00000
32.820	110.435		39.587 -1000.00000				

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> CS0664_F0	<table border="1"> <tr> <td><b>Rev</b></td> <td><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

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

#### Slide Analysis Information

##### Document Name

File Name: Muro sostegno asse M 0+342 0+487-sismica.sli

##### Project Settings

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

##### Analysis Methods

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

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

##### Surface Options

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

##### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.11  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.055

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

Water Surface: None

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

**Material: CongPezzo**  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 33 degrees  
Water Surface: None

##### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-27.000	81.210
33.000	81.210

##### Material Boundary

-27.000	98.210
-15.406	90.860
-1.000	90.860
1.600	90.860
2.250	98.210

##### Material Boundary

-1.000	90.860
-1.000	89.860
5.000	89.860
5.000	90.860

##### External Boundary

1.200	98.210
-7.000	98.210
-27.000	98.210
-27.000	81.210
-27.000	58.210
33.000	58.210
33.000	81.210
33.000	90.860
5.000	90.860
3.000	90.860
3.000	98.210
2.250	98.210

##### Focus/Block Search Line

-1.000	58.210
-1.000	89.860

##### Search Grid

4.587	97.620
34.232	97.620
34.232	124.673
4.587	124.673

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0664_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

Raw Data for Minimum Circle Results								
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety					
4.587	97.620	9.562	1.65782	7.410	123.249	34.432	1.76351	
4.587	99.044	10.750	1.58940	7.410	124.673	35.815	1.78075	
4.587	100.468		1.1989	8.822	97.620	12.518	2.38981	
4.587	101.892		13.266	8.822	99.044	13.447	2.16527	
4.587	103.315		14.569	8.822	100.468		14.457	2.01810
4.587	104.739		15.894	8.822	101.892		15.532	1.91166
4.587	106.163		17.234	8.822	103.315		16.659	1.84040
4.587	107.587		18.587	8.822	104.739		17.829	1.79034
4.587	109.011		19.949	8.822	106.163		19.033	1.75629
4.587	110.435		21.320	8.822	107.587		20.266	1.73318
4.587	111.858		22.697	8.822	109.011		21.523	1.71927
4.587	113.282		24.079	8.822	110.435		22.799	1.71110
4.587	114.706		25.467	8.822	111.858		24.092	1.70874
4.587	116.130		26.858	8.822	113.282		25.398	1.71023
4.587	117.554		28.252	8.822	114.706		26.717	1.71436
4.587	118.978		29.649	8.822	116.130		28.046	1.72155
4.587	120.401		31.048	8.822	117.554		29.384	1.73053
4.587	121.825		32.450	8.822	118.978		30.730	1.74093
4.587	123.249		33.853	8.822	120.401		32.082	1.75242
4.587	124.673		35.259	8.822	121.825		33.440	1.76600
5.999	97.620	10.450	1.80358	8.822	123.249		34.804	1.77894
5.999	99.044	11.547	1.69065	8.822	124.673		36.172	1.79240
5.999	100.468		12.709	10.234	97.620	13.653	2.77012	
5.999	101.892		13.919	10.234	99.044	14.510	2.51532	
5.999	103.315		15.167	10.234	100.468		15.451	2.30803
5.999	104.739		16.443	10.234	101.892		16.461	2.16823
5.999	106.163		17.742	10.234	103.315		17.528	2.06135
5.999	107.587		19.059	10.234	104.739		18.644	1.98500
5.999	109.011		20.390	10.234	106.163		19.799	1.92603
5.999	110.435		21.732	10.234	107.587		20.987	1.88410
5.999	111.858		23.085	10.234	109.011		22.202	1.85339
5.999	113.282		24.446	10.234	110.435		23.442	1.83137
5.999	114.706		25.813	10.234	111.858		24.701	1.81476
5.999	116.130		27.186	10.234	113.282		25.977	1.80532
5.999	117.554		28.565	10.234	114.706		27.268	1.80013
5.999	118.978		29.947	10.234	116.130		28.571	1.79835
5.999	120.401		31.333	10.234	117.554		29.886	1.80090
5.999	121.825		32.723	10.234	118.978		31.210	1.80402
5.999	123.249		34.115	10.234	120.401		32.542	1.80975
5.999	124.673		35.510	10.234	121.825		33.882	1.81614
7.410	97.620	11.443	2.04715	10.234	123.249		35.228	1.82374
7.410	99.044	12.453	1.88834	10.234	124.673		36.581	1.83233
7.410	100.468		13.537	11.645	97.620	14.837	3.26450	
7.410	101.892		14.680	11.645	99.044	15.628	2.89200	
7.410	103.315		15.868	11.645	100.468		16.505	2.65514
7.410	104.739		17.092	11.645	101.892		17.455	2.46236
7.410	106.163		18.345	11.645	103.315		18.465	2.32725
7.410	107.587		19.621	11.645	104.739		19.527	2.21775
7.410	109.011		20.916	11.645	106.163		20.632	2.13736
7.410	110.435		22.227	11.645	107.587		21.775	2.07506
7.410	111.858		23.551	11.645	109.011		22.949	2.02736
7.410	113.282		24.887	11.645	110.435		24.150	1.98974
7.410	114.706		26.231	11.645	111.858		25.374	1.96071
7.410	116.130		27.584	11.645	113.282		26.618	1.93859
7.410	117.554		28.943	11.645	114.706		27.879	1.92206
7.410	118.978		30.308	11.645	116.130		29.155	1.91084
7.410	120.401		31.678	11.645	117.554		30.444	1.90261
7.410	121.825		33.053	11.645	118.978		31.745	1.89748
				11.645	120.401		33.056	1.89492
				11.645	121.825		34.376	1.89452
				11.645	123.249		35.704	1.89314

MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento CS0664_F0	Rev F0	Data 20/06/2011
---	-------------------------------	-----------	--------------------

11.645	124.673		37.039	1.89921	17.292	103.315	22.708	-1000.00000
13.057	97.620	16.057	3.71338		17.292	104.739	23.579	-1000.00000
13.057	99.044	16.791	3.29434		17.292	106.163	24.503	-1000.00000
13.057	100.468		17.610	3.01770	17.292	107.587	25.472	-1000.00000
13.057	101.892		18.503	2.80311	17.292	109.011	26.483	-1000.00000
13.057	103.315		19.459	2.62518	17.292	110.435	27.530	-1000.00000
13.057	104.739		20.469	2.49383	17.292	111.858	28.610	-1000.00000
13.057	106.163		21.527	2.38911	17.292	113.282	29.719	-1000.00000
13.057	107.587		22.624	2.30407	17.292	114.706	30.853	-1000.00000
13.057	109.011		23.756	2.23660	17.292	116.130	32.011	-1000.00000
13.057	110.435		24.918	2.18209	17.292	117.554	33.190	-1000.00000
13.057	111.858		26.106	2.13802	17.292	118.978	34.387	-1000.00000
13.057	113.282		27.317	2.10276	17.292	120.401	35.600	-1000.00000
13.057	114.706		28.547	2.07416	17.292	121.825	36.829	-1000.00000
13.057	116.130		29.795	2.05129	17.292	123.249	38.072	-1000.00000
13.057	117.554		31.057	2.03317	17.292	124.673	39.326	-1000.00000
13.057	118.978		32.333	2.01904	18.704	97.620	21.177	-1000.00000
13.057	120.401		33.621	2.00802	18.704	99.044	21.739	-1000.00000
13.057	121.825		34.920	2.00008	18.704	100.468	22.378	-1000.00000
13.057	123.249		36.228	1.99455	18.704	101.892	23.087	-1000.00000
13.057	124.673		37.544	1.99107	18.704	103.315	23.860	-1000.00000
14.469	97.620	17.306	4.18974		18.704	104.739	24.691	-1000.00000
14.469	99.044	17.990	3.79955		18.704	106.163	25.574	-1000.00000
14.469	100.468		18.756	3.41168	18.704	107.587	26.504	-1000.00000
14.469	101.892		19.597	3.16327	18.704	109.011	27.477	-1000.00000
14.469	103.315		20.502	2.96477	18.704	110.435	28.488	-1000.00000
14.469	104.739		21.463	2.79615	18.704	111.858	29.533	-1000.00000
14.469	106.163		22.474	2.66720	18.704	113.282	30.608	-1000.00000
14.469	107.587		23.527	2.56171	18.704	114.706	31.711	-1000.00000
14.469	109.011		24.618	2.47297	18.704	116.130	32.838	-1000.00000
14.469	110.435		25.741	2.40141	18.704	117.554	33.988	-1000.00000
14.469	111.858		26.893	2.34203	18.704	118.978	35.158	-1000.00000
14.469	113.282		28.069	2.29264	18.704	120.401	36.346	-1000.00000
14.469	114.706		29.268	2.25151	18.704	121.825	37.550	-1000.00000
14.469	116.130		30.486	2.21628	18.704	123.249	38.770	-1000.00000
14.469	117.554		31.721	2.18786	18.704	124.673	40.002	-1000.00000
14.469	118.978		32.972	2.16429	20.115	97.620	22.496	-1000.00000
14.469	120.401		34.235	2.14484	20.115	99.044	23.026	-1000.00000
14.469	121.825		35.512	2.12918	20.115	100.468	23.630	-1000.00000
14.469	123.249		36.798	2.11628	20.115	101.892	24.303	-1000.00000
14.469	124.673		38.095	-1000.00000	20.115	103.315	25.038	-1000.00000
15.880	97.620	18.579	-1000.00000		20.115	104.739	25.831	-1000.00000
15.880	99.044	19.217	-1000.00000		20.115	106.163	26.677	-1000.00000
15.880	100.468		19.937	-1000.00000	20.115	107.587	27.570	-1000.00000
15.880	101.892		20.729	-1000.00000	20.115	109.011	28.506	-1000.00000
15.880	103.315		21.587	-1000.00000	20.115	110.435	29.482	-1000.00000
15.880	104.739		22.502	-1000.00000	20.115	111.858	30.492	-1000.00000
15.880	106.163		23.468	-1000.00000	20.115	113.282	31.535	-1000.00000
15.880	107.587		24.478	-1000.00000	20.115	114.706	32.607	-1000.00000
15.880	109.011		25.528	-1000.00000	20.115	116.130	33.704	-1000.00000
15.880	110.435		26.613	-1000.00000	20.115	117.554	34.825	-1000.00000
15.880	111.858		27.729	-1000.00000	20.115	118.978	35.968	-1000.00000
15.880	113.282		28.871	-1000.00000	20.115	120.401	37.130	-1000.00000
15.880	114.706		30.038	-1000.00000	20.115	121.825	38.310	-1000.00000
15.880	116.130		31.226	-1000.00000	20.115	123.249	39.506	-1000.00000
15.880	117.554		32.433	-1000.00000	20.115	124.673	40.716	-1000.00000
15.880	118.978		33.657	-1000.00000	21.527	97.620	23.826	-1000.00000
15.880	120.401		34.896	-1000.00000	21.527	99.044	24.327	-1000.00000
15.880	121.825		36.149	-1000.00000	21.527	100.468	24.900	-1000.00000
15.880	123.249		37.414	-1000.00000	21.527	101.892	25.539	-1000.00000
15.880	124.673		38.690	-1000.00000	21.527	103.315	26.240	-1000.00000
17.292	97.620	19.870	-1000.00000		21.527	104.739	26.997	-1000.00000
17.292	99.044	20.468	-1000.00000		21.527	106.163	27.808	-1000.00000
17.292	100.468		21.145	-1000.00000	21.527	107.587	28.666	-1000.00000
17.292	101.892		21.894	-1000.00000	21.527	109.011	29.567	-1000.00000

MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento CS0664_F0	Rev F0	Data 20/06/2011
---	-------------------------------	-----------	--------------------

21.527	110.435	30.509 -1000.00000	25.762	117.554	38.512 -1000.00000
21.527	111.858	31.487 -1000.00000	25.762	118.978	39.548 -1000.00000
21.527	113.282	32.497 -1000.00000	25.762	120.401	40.608 -1000.00000
21.527	114.706	33.538 -1000.00000	25.762	121.825	41.689 -1000.00000
21.527	116.130	34.606 -1000.00000	25.762	123.249	42.791 -1000.00000
21.527	117.554	35.699 -1000.00000	25.762	124.673	43.911 -1000.00000
21.527	118.978	36.815 -1000.00000	27.174	97.620	29.223 -1000.00000
21.527	120.401	37.951 -1000.00000	27.174	99.044	29.633 -1000.00000
21.527	121.825	39.106 -1000.00000	27.174	100.468	30.104 -1000.00000
21.527	123.249	40.278 -1000.00000	27.174	101.892	30.635 -1000.00000
21.527	124.673	41.466 -1000.00000	27.174	103.315	31.222 -1000.00000
22.939	97.620	25.165 -1000.00000	27.174	104.739	31.861 -1000.00000
22.939	99.044	25.640 -1000.00000	27.174	106.163	32.551 -1000.00000
22.939	100.468	26.184 -1000.00000	27.174	107.587	33.287 -1000.00000
22.939	101.892	26.792 -1000.00000	27.174	109.011	34.066 -1000.00000
22.939	103.315	27.461 -1000.00000	27.174	110.435	34.887 -1000.00000
22.939	104.739	28.186 -1000.00000	27.174	111.858	35.745 -1000.00000
22.939	106.163	28.963 -1000.00000	27.174	113.282	36.638 -1000.00000
22.939	107.587	29.788 -1000.00000	27.174	114.706	37.564 -1000.00000
22.939	109.011	30.656 -1000.00000	27.174	116.130	38.521 -1000.00000
22.939	110.435	31.565 -1000.00000	27.174	117.554	39.506 -1000.00000
22.939	111.858	32.511 -1000.00000	27.174	118.978	40.517 -1000.00000
22.939	113.282	33.491 -1000.00000	27.174	120.401	41.552 -1000.00000
22.939	114.706	34.502 -1000.00000	27.174	121.825	42.609 -1000.00000
22.939	116.130	35.541 -1000.00000	27.174	123.249	43.688 -1000.00000
22.939	117.554	36.606 -1000.00000	27.174	124.673	44.785 -1000.00000
22.939	118.978	37.695 -1000.00000	28.585	97.620	30.586 -1000.00000
22.939	120.401	38.805 -1000.00000	28.585	99.044	30.978 -1000.00000
22.939	121.825	39.936 -1000.00000	28.585	100.468	31.430 -1000.00000
22.939	123.249	41.084 -1000.00000	28.585	101.892	31.938 -1000.00000
22.939	124.673	42.249 -1000.00000	28.585	103.315	32.501 -1000.00000
24.350	97.620	26.511 -1000.00000	28.585	104.739	33.116 -1000.00000
24.350	99.044	26.963 -1000.00000	28.585	106.163	33.780 -1000.00000
24.350	100.468	27.480 -1000.00000	28.585	107.587	34.490 -1000.00000
24.350	101.892	28.061 -1000.00000	28.585	109.011	35.243 -1000.00000
24.350	103.315	28.700 -1000.00000	28.585	110.435	36.036 -1000.00000
24.350	104.739	29.394 -1000.00000	28.585	111.858	36.868 -1000.00000
24.350	106.163	30.140 -1000.00000	28.585	113.282	37.735 -1000.00000
24.350	107.587	30.934 -1000.00000	28.585	114.706	38.635 -1000.00000
24.350	109.011	31.771 -1000.00000	28.585	116.130	39.565 -1000.00000
24.350	110.435	32.649 -1000.00000	28.585	117.554	40.525 -1000.00000
24.350	111.858	33.564 -1000.00000	28.585	118.978	41.511 -1000.00000
24.350	113.282	34.514 -1000.00000	28.585	120.401	42.522 -1000.00000
24.350	114.706	35.496 -1000.00000	28.585	121.825	43.555 -1000.00000
24.350	116.130	36.507 -1000.00000	28.585	123.249	44.611 -1000.00000
24.350	117.554	37.545 -1000.00000	28.585	124.673	45.686 -1000.00000
24.350	118.978	38.607 -1000.00000	29.997	97.620	31.954 -1000.00000
24.350	120.401	39.692 -1000.00000	29.997	99.044	32.329 -1000.00000
24.350	121.825	40.797 -1000.00000	29.997	100.468	32.762 -1000.00000
24.350	123.249	41.922 -1000.00000	29.997	101.892	33.250 -1000.00000
24.350	124.673	43.065 -1000.00000	29.997	103.315	33.791 -1000.00000
25.762	97.620	27.864 -1000.00000	29.997	104.739	34.383 -1000.00000
25.762	99.044	28.294 -1000.00000	29.997	106.163	35.023 -1000.00000
25.762	100.468	28.788 -1000.00000	29.997	107.587	35.708 -1000.00000
25.762	101.892	29.342 -1000.00000	29.997	109.011	36.436 -1000.00000
25.762	103.315	29.954 -1000.00000	29.997	110.435	37.204 -1000.00000
25.762	104.739	30.620 -1000.00000	29.997	111.858	38.010 -1000.00000
25.762	106.163	31.337 -1000.00000	29.997	113.282	38.851 -1000.00000
25.762	107.587	32.101 -1000.00000	29.997	114.706	39.726 -1000.00000
25.762	109.011	32.908 -1000.00000	29.997	116.130	40.632 -1000.00000
25.762	110.435	33.757 -1000.00000	29.997	117.554	41.566 -1000.00000
25.762	111.858	34.643 -1000.00000	29.997	118.978	42.528 -1000.00000
25.762	113.282	35.564 -1000.00000	29.997	120.401	43.516 -1000.00000
25.762	114.706	36.518 -1000.00000	29.997	121.825	44.526 -1000.00000
25.762	116.130	37.501 -1000.00000	29.997	123.249	45.559 -1000.00000

<b>MURO SOSTEGNO ASSE M DA PK 0+342 A PK 0+487</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>
	CS0664_F0	F0	20/06/2011

29.997	124.673	46.613	-1000.00000
31.409	97.620	33.325	-1000.00000
31.409	99.044	33.685	-1000.00000
31.409	100.468	34.101	-1000.00000
31.409	101.892	34.570	-1000.00000
31.409	103.315	35.091	-1000.00000
31.409	104.739	35.661	-1000.00000
31.409	106.163	36.278	-1000.00000
31.409	107.587	36.940	-1000.00000
31.409	109.011	37.644	-1000.00000
31.409	110.435	38.388	-1000.00000
31.409	111.858	39.170	-1000.00000
31.409	113.282	39.987	-1000.00000
31.409	114.706	40.837	-1000.00000
31.409	116.130	41.719	-1000.00000
31.409	117.554	42.629	-1000.00000
31.409	118.978	43.568	-1000.00000
31.409	120.401	44.532	-1000.00000
31.409	121.825	45.520	-1000.00000
31.409	123.249	46.531	-1000.00000
31.409	124.673	47.563	-1000.00000
32.820	97.620	34.699	-1000.00000
32.820	99.044	35.045	-1000.00000
32.820	100.468	35.445	-1000.00000
32.820	101.892	35.897	-1000.00000
32.820	103.315	36.399	-1000.00000
32.820	104.739	36.949	-1000.00000
32.820	106.163	37.545	-1000.00000
32.820	107.587	38.185	-1000.00000
32.820	109.011	38.866	-1000.00000
32.820	110.435	39.587	-1000.00000
32.820	111.858	40.345	-1000.00000
32.820	113.282	41.139	-1000.00000
32.820	114.706	41.966	-1000.00000
32.820	116.130	42.824	-1000.00000
32.820	117.554	43.712	-1000.00000
32.820	118.978	44.628	-1000.00000
32.820	120.401	45.570	-1000.00000
32.820	121.825	46.536	-1000.00000
32.820	123.249	47.525	-1000.00000
32.820	124.673	48.536	-1000.00000
34.232	97.620	36.076	-1000.00000
34.232	99.044	36.409	-1000.00000
34.232	100.468	36.794	-1000.00000
34.232	101.892	37.230	-1000.00000
34.232	103.315	37.714	-1000.00000
34.232	104.739	38.245	-1000.00000
34.232	106.163	38.821	-1000.00000
34.232	107.587	39.440	-1000.00000
34.232	109.011	40.100	-1000.00000
34.232	110.435	40.800	-1000.00000
34.232	111.858	41.536	-1000.00000
34.232	113.282	42.307	-1000.00000
34.232	114.706	43.112	-1000.00000
34.232	116.130	43.948	-1000.00000
34.232	117.554	44.813	-1000.00000
34.232	118.978	45.707	-1000.00000
34.232	120.401	46.627	-1000.00000
34.232	121.825	47.572	-1000.00000
34.232	123.249	48.540	-1000.00000
34.232	124.673	49.530	-1000.00000