


# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

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

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

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

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI CALABRIA</p> <p>INFRASTRUTTURE STRADALI – OPERE CIVILI</p> <p>ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p>GENERALE</p> <p>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>CS0652_F0</p>
---	--	------------------

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	C	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	2	5	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>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



## INDICE

INDICE .....	3
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	6
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
2.1 Riferimenti normativi.....	7
2.2 Riferimenti bibliografici .....	7
3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	8
4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	10
4.1 Calcestruzzo per getti in opera C25/30.....	10
4.2 Acciaio per cemento armato tipo B450C.....	10
4.3 Malta cementizia per iniezione tiranti tipo IRS Rck $\geq 25$ N/mm <sup>2</sup> .....	11
4.4 Acciaio per trefoli 0.6".....	11
6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	12
6.1 Descrizione delle litologie prevalenti.....	12
6.2 Caratterizzazione geotecnica .....	12
6.2.1 Indagini utilizzate.....	12
6.2.2 Caratterizzazione Sabbie e ghiaie di Messina .....	13
6.2.3 Caratterizzazione Depositi terrazzati marini.....	15
6.3 Stratigrafia di progetto .....	18
7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	19
8 CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	23
8.1 Metodologia di calcolo .....	23
8.2 Verifiche agli stati limite ultimi .....	23
8.3 Verifiche agli stati limite di esercizio e a fessurazione.....	25
8.4 Spinta delle terre .....	26
8.4.1 Coefficienti di spinta in fase statica .....	26
8.4.2 Coefficienti di spinta in fase sismica .....	27
9 FASI COSTRUTTIVE.....	28
10 MODELLO DI CALCOLO .....	29
10.1 Caratteristiche generali.....	29
10.2 Dimensionamento della paratia .....	30
10.3 Fasi di modellazione.....	31

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.3.1	Sezione S1 .....	31
10.3.2	Sezione S2 .....	34
10.4	Risultati delle analisi .....	36
10.4.1	Sezione S1 .....	36
10.4.1.1	Diagrammi del momento flettente.....	36
10.4.1.2	Diagrammi dell'azione tagliante.....	41
10.4.1.3	Storia di carico dei tiranti.....	46
10.4.1.4	Diagrammi delle deformazioni.....	51
10.4.2	Sezione S2 .....	52
10.4.2.1	Diagrammi del momento flettente.....	52
10.4.2.2	Diagrammi dell'azione tagliante.....	57
10.4.2.3	Storia di carico dei tiranti.....	62
10.4.2.4	Diagrammi delle deformazioni.....	67
11	VERIFICHE .....	68
11.1	Verifiche dei diaframmi .....	68
11.1.1	Verifiche allo SLU - Flessione.....	68
11.1.2	Verifiche allo SLU - Taglio .....	68
11.1.3	Verifiche allo SLE .....	70
11.1.4	Verifiche a fessurazione .....	70
11.2	Verifiche dei tiranti.....	72
11.2.1	Verifiche allo SLU.....	72
11.2.2	Verifiche allo SLE .....	72
11.2.3	Calcolo lunghezza libera.....	72
11.2.4	Calcolo lunghezza di fondazione .....	74
11.3	Verifiche Sezione S1 - Diaframmi.....	76
11.3.1	Verifiche allo SLU - Flessione.....	76
11.3.2	Verifiche allo SLU – Taglio .....	77
11.3.3	Verifiche allo SLE .....	79
11.3.4	Verifiche a fessurazione .....	79
11.4	Verifiche Sezione S2 - Diaframmi.....	81
11.4.1	Verifiche allo SLU - Flessione.....	81
11.4.2	Verifiche allo SLU – Taglio .....	82
11.4.3	Verifiche allo SLE .....	84



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.4.4	Verifiche a fessurazione .....	85
11.5	Verifiche Sezione S1 – Tiranti .....	86
11.5.1	Verifica strutturale dei tiranti allo SLE .....	86
11.5.2	Verifiche strutturali dei tiranti allo SLU .....	86
11.5.3	Calcolo lunghezza libera.....	87
11.5.4	Calcolo lunghezza di fondazione .....	87
11.6	Verifiche Sezione S2 – Tiranti .....	88
11.6.1	Verifica strutturale dei tiranti allo SLE .....	88
11.6.2	Verifiche strutturali dei tiranti allo SLU .....	88
11.6.3	Calcolo lunghezza libera.....	89
11.6.4	Calcolo lunghezza di fondazione .....	89
12	ANALISI DI STABILITA' .....	90
13	TABULATI DI CALCOLO.....	92
13.1	Sezione S1 – Input ParatiePlus2011 .....	92
13.2	Sezione S2 – Input ParatiePlus2011 .....	106
13.3	Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica .....	123
13.4	Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica.....	124
13.5	Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica.....	128
13.6	Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica .....	129

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

L'opera di sostegno in oggetto è una paratia di diaframmi (120x250cm) in c.a., tirantata ove necessario (altezze maggiori di 4m), realizzata a Sud della spalla Sud del viadotto Solaro in linea con la Rampa T; l'opera si rende necessaria in quanto il piano stradale si trova ad una quota inferiore rispetto a quella dell'attuale piano campagna.

L'altezza di scavo massima della paratia è pari a circa 12m; la parte fuori terra della paratia presenterà una finitura costituita da un pannello prefabbricato rivestito in pietra inclinato di 1/10 rispetto alla verticale; tra questo pannello e l'estradosso verticale del diaframma è previsto un riempimento non strutturale in calcestruzzo debolmente armato.

Nel tratto in cui verrà realizzata la paratia il versante a monte dell'opera (quello Est) presenta una pendenza media di circa 11° sull'orizzontale. Le unità geotecniche presenti in quest'area sono principalmente due: i Depositi marini terrazzati, che costituiscono lo strato più superficiale di spessore variabile da 0m a 10m circa, e le Sabbie e ghiaie di Messina, che rappresentano invece lo strato più profondo.

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche dell'opera in oggetto, tenendo presente che sarà un'opera definitiva, quindi nei tratti tirantati le teste dei tiranti dovranno essere ispezionabili e la protezione degli stessi dovrà essere tripla, cioè con guaina lungo il tratto libero, guaina corrugata lungo tutto il bulbo di fondazione e trefoli viplati. Per garantire l'ispezionabilità dei tiranti saranno predisposte delle nicchie nel riempimento in c.a. in corrispondenza delle teste dei tiranti; tali nicchie saranno inoltre rivestite con un pannello rimovibile.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

- [1] **Ministero dei LL.PP. - D.M. 14.01.2008:** "Norme tecniche per le Costruzioni".
- [2] **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;
- [3] **C.N.R. 10011:** "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- [4] **CIRCOLARE MIN. DEI LAV. PUBBL. 15 OTTOBRE 1996 N. 252:** "Istruzioni per l'applicazione delle «norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996".
- [5] **C.N.R. 10012:** "Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni";
- [6] **C.N.R. 10024:** "Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo";
- [7] **UNI EN 1537 - 2002:** "Esecuzione di lavori geotecnici speciali. Tiranti di ancoraggio.

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

### 2.2 Riferimenti bibliografici

- [8] **A. Migliacci, F. Mola (1985):** "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a." – Masson Italia Editori
- [9] **Bowles J.E. (1988):** "Foundations Analysis and Design, 4<sup>th</sup> ed." – McGraw-Hill, New York
- [10] **Nova R. (2002):** "Fondamenti di meccanica delle terre" – McGraw-Hill, Milano
- [11] **Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993)** – Ancoraggi nei terreni e nelle rocce
- [12] **Terzaghi K. (1943):** "Theoretical Soil Mechanics" – J.Wiley & Sons, New York
- [13] **C. Cestelli Guidi (1987):** "Geotecnica e tecnica delle fondazioni" – Ulrico Hoepli Editore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

#### Paratie Plus 2011

CeAS – Centro di Analisi Strutturale s.r.l.

*Programma di calcolo per l'analisi ad elementi finiti di paratie*

Il software di calcolo *PARATIE* è un programma di calcolo automatico per lo studio di strutture di sostegno flessibili in terreni e rocce sciolte. Lo scopo principale di *PARATIE* è analizzare il comportamento terreno-struttura durante le fasi realizzative dell'opera e in eventuali fasi finali. La costruzione del modello matematico, partendo dalla reale geometria, è fatta con il metodo degli elementi finiti: la logica del programma prevede l'utilizzo di elementi monodimensionali. Il programma affronta il problema del comportamento del terreno attraverso un'analisi elastoplastica statica incrementale. Poiché il comportamento degli elementi finiti (terreno) è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti: lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi. L'analisi, inoltre, ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla paratia durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno.

L'insieme dei dati è organizzato secondo comandi (schede) che attivano l'esecuzione di un ben preciso compito.

Una volta preparato il file di input, il programma di calcolo opera nello spirito del calcolo dell'energia potenziale del modello concepito ed imponendone la stazionarietà, ottiene un sistema di equazioni che risolvono il problema. Tali equazioni hanno il significato fisico di equazioni di equilibrio ai nodi: la matrice dei coefficienti del sistema è una *matrice di rigidezza*, mentre i termini noti assumono il significato di *forze applicate* ai nodi. In quest'ottica, il metodo porta ad un modello matematico identico a quello ottenuto dal *METODO DELLE DEFORMAZIONI*, approccio usuale nello studio delle strutture a telaio. La scelta di un passo di discretizzazione particolarmente fitto, garantisce sulla buona rispondenza del modello matematico alla realtà fisica del problema.

La schematizzazione del fenomeno fisico è del tipo '*trave su suolo elastico - alla Winkler*'. La paratia viene rappresentata con elementi di trave il cui comportamento flessionale è definito dalla rigidezza flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie. Si ammette infine (con notevoli semplificazioni del calcolo numerico, senza pregiudicare la bontà dell'analisi) che ogni porzione di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

terreno schematizzata a molla abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione, che del resto effettivamente esiste fra le varie zone di terreno, è lasciata al diaframma attraverso la propria rigidità flessionale (sforzi di taglio tra concio e concio di terreno sono ignorati).

Si sottolinea che con quest'ultima versione del programma è possibile rappresentare il terreno a monte della paratia con una determinata inclinazione o anche con un eventuale profilo a gradoni; nel primo caso il codice di calcolo si ricalcola automaticamente i coefficienti di spinta considerando l'inclinazione (i) a monte, nel secondo caso, invece, vengono ricalcolati i coefficienti di spinta iterativamente dal codice a partire dall'equilibrio delle forze dei possibili cunei di spinta a tergo dell'opera.

Si evidenzia, inoltre, che con Paratie Plus 2010 l'azione sismica può essere considerata in diversi modi, in particolare si vogliono menzionare i più utilizzati. L'uno è un metodo automatico di implementazione che consente di prescindere dalla scelta classica del tipo di paratia (rigida o flessibile), infatti applica un carico distribuito iniziale (ad esempio in accordo con la teoria di Wood) e contemporaneamente ridefinisce il coefficiente di spinta attivo e passivo, rispettivamente secondo la teoria di Mononobe-Okabe e Soubra. L'altro è il classico metodo di Wood, che considera le paratie opere rigide a cui viene applicato con un carico uniformemente distribuito considerato l'incremento di spinta sismica.

### **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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per getti in opera C25/30

Classe di resistenza	C25/30 -
Rapporto massimo acqua / cemento	0.60 -
Slump	S4 -
Contenuto minimo di cemento	300 kg/m <sup>3</sup>
Diametro massimo inerte	32 mm
Classe di esposizione	XC2 -
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33.00 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31475.8 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
<b>Stato Limite Ultimo</b>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C = 1.50 \text{ --}$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85 \text{ --}$
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C = 14.16 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19 \text{ N/mm}^2$
<b>Stato Limite di Esercizio</b>	
Tensione max di compressione - Comb. rara	$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} = 15.0 \text{ N/mm}^2$
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

### 4.2 Acciaio per cemento armato tipo B450C

Tipo di acciaio	B450C -
Copri ferro min. netto per muri di sostegno	50 mm
Copri ferro min. netto per diaframmi	80 mm
Sovrapposizioni continue	50 $\emptyset$
Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)	$f_{tk} = 540.00 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)	$f_{yk} = 450.00 \text{ N/mm}^2$
<b>Stato Limite Ultimo</b>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_S = 1.15 \text{ --}$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391.30 \text{ N/mm}^2$
<b>Stato Limite di Esercizio</b>	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

### 4.3 Malta cementizia per iniezione tiranti tipo IRS Rck $\geq 25 \text{ N/mm}^2$

Bulbo di fondazione eseguito con iniezioni ripetute e selettive con una valvola al metro lineare.

Rapporto acqua / cemento	0.4-0.45	
Resistenza a compressione (a 28 gg)	30	N/mm <sup>2</sup>
Cemento	Tipo III A 32,5R o 42,5R o IV A 32,5R o 42,5R	
Contenuto minimo di cemento	100	kg/m <sup>3</sup>
Eventuali additivi fluidificanti non aeranti		
Filler calcareo o siliceo	0÷3	kg
Eventuale bentonite	< 4% in peso del cemento	
Fluidità Marsch	20"÷35"	
essudazione	< 2%	

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979, mentre il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332, di apertura 0.075 mm, inferiore al 3% in peso.

### 4.4 Acciaio per trefoli 0.6"

Diametro nominale	$D_p =$	15.20 mm
Area del trefolo	$A_p =$	139 mm <sup>2</sup>
Peso a metro lineare	$P_p =$	10.90 N/m
Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{ptk} =$	1860 kPa
Tensione limite di snervamento	$f_{p(1)k} =$	1670 kPa
Modulo Elastico	$E =$	210.10 kN/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>		
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15 --
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{p(1)k} / \gamma_s =$	1452.2 N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>		
Tensione max di trazione	$\sigma_s =$	1004 N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 Descrizione delle litologie prevalenti

Le litologie prevalenti sono costituite dalle formazioni dei Sabbie e Ghiaie di Messina, Depositi terrazzati marini.

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

I Depositi terrazzati marini sono rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. I depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente.

L'età attribuibile ai terrazzi cartografati nell'area di intervento copre l'intervallo Pleistocene medio-superiore.

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
CG0800PF6DCSBC6ST000000007 CG0800PF6DCSBC6ST000000027	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Ramo D
CG0800PF6DCSBC6ST000000023	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Ramo D Decelerazione

### 6.2 Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

#### 6.2.1 Indagini utilizzate



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Data l'esiguità dei sondaggi e delle prove localmente presenti (SN13), si è scelto di tenere conto anche di altri sondaggi e prove disponibili.

#### Sabbie e Ghiaie di Messina

Si considerano i sondaggi della tratta relativa alla Rampa D\_dec.

- prove SPT (S10\_DG42,SN12,SN13,SN14,C416,C417)
- 2 prove sismiche (C416, C417)
- 2 prove Le Franc (C416, C417)
- Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici ed elle caratteristiche di resistenza (C403BIS,C429,C430,C432)

#### Depositi terrazzati marini

Si considerano i sondaggi della tratta relativa alla Rampa D\_dec.

- prove SPT (SN12, C416)
- 1 prove sismiche (C416)
- 2 prove Le Franc (C416, C417)
- Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici ed elle caratteristiche di resistenza (C429,C430,C432)

### **6.2.2 Caratterizzazione 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:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.75$  corrispondente al  $d_{50}=0.8\text{mm}$ .
- **$e_o$ :** 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	$\gamma_d(\text{KN/m}^3)$	$K_0$
5-15	0.8	-	18-20	0.40-0.45
>15	0.6-0.8	-	17-18	0.45-0.5

Tabella 1: Riassunto delle caratteristiche iniziali delle Sabbie e ghiaie di Messina.

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

Z(m)	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_p$ (pff=272-350KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)
5-15	40-42	37-39	33-35
>15	39-41	36-38	



Tabella 2: Riassunto delle caratteristiche di resistenza delle Sabbie e ghiaie di Messina.

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

$c_p' = 0 \div 10 \text{ kPa}$  = 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.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$c_r' = 0 \text{ kPa} = \text{coesione apparente}$

$\varphi_r' = 33^\circ\text{-}35^\circ = \text{angolo di resistenza al taglio}$

Per le caratteristiche di deformabilità dalle prove sismiche in foro (C416, C417) si ottengono valori dei moduli di taglio iniziali  $G_0$  che mostrano un andamento crescente con la profondità, da circa 100MPa a circa 500MPa a 40m di profondità.

Una stima con la profondità si rende difficoltosa per la dispersione di  $G_0$ .

Tenendo conto delle prove SPT si ottiene una stima cautelativa:

<b>G0 (MPa)</b>	<b>E0 (MPa)</b>	<b>E' (MPa)</b>
$60 z^{0.5}$	$144 z^{0.5}$	$(19\text{-}48) z^{0.5}$

Tabella 3: Riassunto delle caratteristiche di deformabilità delle Sabbie e ghiaie di Messina.

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

Le 4 prove pressiometriche forniscono invece valori variabili compresi fra 130 e 200 MPa fra 20 ed 30m di profondità.

### 6.2.3 Caratterizzazione Depositi terrazzati marini

L'andamento del fuso evidenzia che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 30%), sia di materiali intermedi (sabbie 50%). Il contenuto di fino è mediamente del 17%

Con riferimento al fuso medio si ha:

- Il valore di  $D_{50}$  è pari a 0.5mm
- Il valore di  $D_{60}$  è pari a 1.0 mm
- Il valore di  $D_{10}$  è pari a 0.008 mm

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

Da letteratura si hanno a disposizione i valori di  $\gamma_{dmax}$  e  $\gamma_{dmin}$  pari rispettivamente a 18.8 e 15.7 kN/m<sup>3</sup>

Per la definizione dello stato iniziale si ha:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- **Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.85$  corrispondente al  $d_{50}=0.5\text{mm}$ .
- **$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.35. 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. In Allegato si mostra il confronto/calibratura di  $e_o$  determinato a partire da  $Dr$  con quello misurato nelle prove di laboratorio.
- **$\gamma_d$ :** in base ai valori di  $e_o$  da  $\gamma_s$  si può stimare  $\gamma_r$ .
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%) Prevalente sabbiosa	Dr(%) Sabbie e ghiaie	$\gamma_d(\text{KN/m}^3)$	$K_0$
5-15	50-90	-	19-20	0.35-0.4

Tabella 4: Riassunto delle caratteristiche iniziali dei Depositi Terrazzati marini.

Per i parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci sulla base delle prove SPT si è ottenuto un valore medio di angolo di attrito di circa  $40^\circ$

z(m)	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_p$ (pff=272-350KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)
5-15	38-42	35-38	33-35

Tabella 5: Riassunto delle caratteristiche di resistenza dei Depositi Terrazzati marini.



Si considerano valori operativi dell'angolo di attrito pari a  $38^\circ-40^\circ$

Per le caratteristiche di deformabilità dalle prove sismiche in foro (C416) e dalle SPT si ottengono valori pari a:

z(m)	G0(MPa)	E0(MPa)	E'(MPa)
5-15	100-200	240-960	35-80 / 70-160

Tabella 6: Riassunto delle caratteristiche di deformabilità delle Sabbie e ghiaie di Messina.

pari rispettivamente a circa 1/10-1/5 ed a 1/3 di quelli iniziali.

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712          RELAZIONE DI CALCOLO</p>		<p><i>Codice documento</i>          CS0652_F0</p>	<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          20/06/2011</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 6.3 Stratigrafia di progetto

Di seguito si riporta la stratigrafia di progetto ottenuta sulla base dei profili Geologico-Geotecnici e i parametri geotecnici caratteristici delle varie unità assunti nei calcoli.

Materiale	prof. (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$c'$ (Kpa)	$E'^*$ (MPa)	K (m/s)
Depositi terrazzati marini	0 – 0/5	19-20	38-40	0	35-80	$10^{-5} - 10^{-6}$
Sabbie e Ghiaie di Messina	> 0/5	18-20	38-40	0	$(19-48) z^{0.5}$	$10^{-4} \div 10^{-5}$



\*  $E'$  = modulo di Young “operativo”; \* = si considerano valori nel range per fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

*Tabella 7:* Stratigrafia di progetto e parametri caratteristici dei materiali.

dove:

- $\gamma_n$  = peso di volume naturale
- $c'$  = coesione drenata
- $\phi'$  = angolo di attrito efficace
- $E'$  = modulo elastico per medie-grandi deformazioni

La falda non risulta interferente con le opere.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

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

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



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

Lat.	38° 12' 40.94" N
Long.	15° 38' 40.71" E

$$a_{g-SLV} \quad | \quad 0.448$$

A partire dall'accelerazione su suolo rigido si ricava l'accelerazione attesa al sito ( $a_{max}$ ), ottenuta moltiplicando  $a_g$  per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. Localmente non ci sono indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo: cautelativamente si assume una categoria nel contesto in esame (cat. C) corrispondente a "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti", mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottiene quindi questo valore di  $a_{max}$ :

$S_S$	1.030
$S_T$	1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$$a_{max-SLV} \mid a_{g-SLV} \cdot S_s \cdot S_T = 0.416$$

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:

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

dove  $\alpha$  e  $\beta$  sono due coefficienti che dipendono dall'altezza  $H$  della paratia, dal tipo di sottosuolo e dallo spostamento ammissibile dell'opera  $u_s$ , limitato superiormente da 0.005 volte l'altezza della paratia. Tali valori possono essere ricavati dai grafici di Figura 1 e Figura 2.

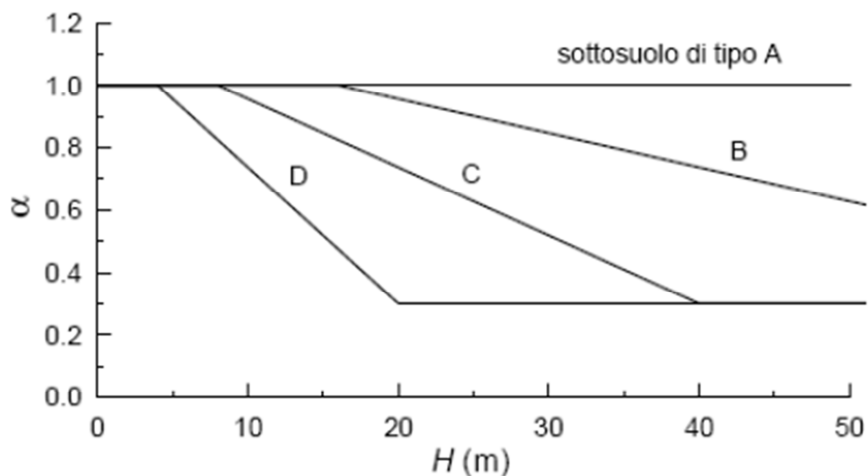


Figura 1: Figura 7.11.II delle N.T.C. 2008, da utilizzare per trovare il coefficiente  $\alpha$ .

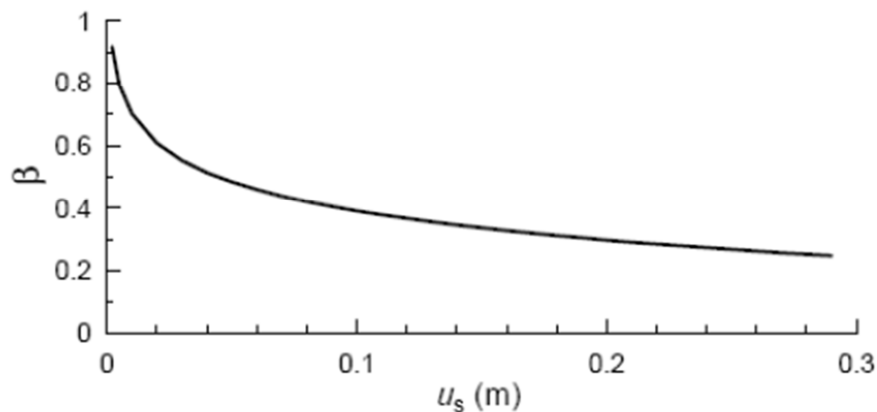


Figura 2: Figura 7.11.III delle N.T.C. 2008, da utilizzare per trovare il coefficiente  $\beta$ .



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In ogni caso  $\beta$  non deve essere inferiore a 0.2.

Nel caso in esame si è assunto:

$$\begin{array}{l|l} u_s & 4\text{cm} \\ \alpha & 0.694 \\ \beta & 0.506 \end{array}$$



Conseguentemente:

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.162$$

La componente sismica verticale è stata trascurata:  $k_v = 0$

Data la deformabilità dell'opera, l'azione sismica è stata considerata mediante il metodo di Mononome-Okabe implementato da Paratie Plus 2010. Tale metodo consente di calcolare automaticamente la sovraspinta sismica a monte della paratia come differenza tra le spinte delle terre in condizione sismica e in condizioni di spinta attiva. Contemporaneamente all'applicazione di tale sovraccarico, il programma sostituisce ai coefficienti di spinta passiva valutati in fase statica i coefficienti di spinta passiva in fase sismica.

Per le verifiche di stabilità globale del pendio si è invece considerata sia l'accelerazione orizzontale che quella verticale. Poiché il valore del coefficiente  $\beta_s$  non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I del D.M. 14/02/2008, in quanto l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g), si è eseguita un'extrapolazione dei valori da normativa, ottenendo il grafico seguente:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Rev</th> <th style="text-align: left;">Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

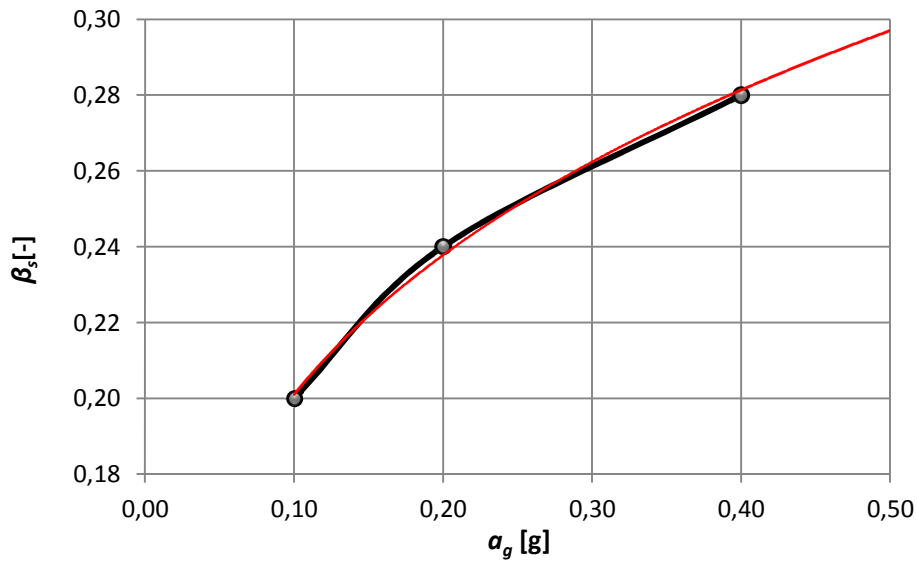


Figura 3: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

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

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.138 \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_s = 0.069$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 8.1 Metodologia di calcolo

Le verifiche delle paratie sono condotte secondo il metodo degli Stati Limite, come prescritto dalle “Nuove norme tecniche sulle costruzioni” del 14 gennaio 2008.

Si eseguono verifiche agli stati limite ultimi, con lo scopo di verificare la sicurezza delle opere, e agli stati limite di esercizio, necessarie per verificare che i cedimenti attesi siano compatibili con la funzionalità dei vari elementi e che i tassi di lavoro all’interno delle strutture garantiscano i livelli prestazionali richiesti per tutto il periodo di vita utile delle opere.

### 8.2 Verifiche agli stati limite ultimi

Sono effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
  - collasso per rotazione attorno ad un punto dell’opera;
  - collasso per carico limite verticale;
  - sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - instabilità del fondo scavo;
  - sifonamento del fondo scavo;
  - instabilità globale dell’insieme terreno-opera;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
  - raggiungimento della resistenza in uno o più sistemi di contrasto;
  - raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;

Per ogni stato limite considerato si accerta che sia soddisfatta la condizione:

$$E_d < R_d$$

dove  $E_d$  e  $R_d$  rappresentano rispettivamente le sollecitazioni e le resistenze di progetto. L’applicazione del metodo di verifica semiprobabilistico agli stati limite, nella forma proposta dal D.M. 14/01/2008, prevede l’applicazione di set di fattori di sicurezza parziali sulle azioni (A1 e A2, riportati nella Tabella 8), sui parametri geotecnici (M1 e M2, riportati nella Tabella 9) e sulle resistenze (R1, R2 e R3, riportati nella Tabella 10).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	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 <sup>(1)</sup>	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

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 8: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma_\square$	$\gamma_g$	1,0	1,0

Tabella 9: Coefficienti parziali dei parametri geotecnici del terreno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE
	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 10: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

Nel Progetto in oggetto le verifiche in fase statica sono effettuate secondo l'Approccio 1, applicando le seguenti combinazioni di carico (dove il segno '+' in ossequio alla normativa ha il significato di 'combinato con'):

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R2

Le verifiche sismiche vengono condotte imponendo pari ad uno tutti i coefficienti A delle due

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

combinazioni descritte per il caso statico. La verifica dimensionante è ovviamente quella con i parametri geotecnici ridotti:

$$(A2=1) + M2 + R1$$

Il dimensionamento geotecnico dei bulbi di ancoraggio si effettua con riferimento alla seguente combinazione di coefficienti:

$$A1+M1+R3$$

Il fattore parziale R3 assume il valore 1.1 e 1.2 in funzione del tipo di tirante, rispettivamente provvisorio o permanente, come riportato nella Tabella 6.6.I del D.M. 14/02/2008.

In accordo con la Circolare 617 del 02.02.2009 l'analisi di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali o nei vincoli è svolta con la peggiore delle seguenti combinazioni:

- Combinazione 1 dell'Approccio 1 (analisi statica);
- Combinazione 1 dell'Approccio 1, nella quale però i coefficienti A1 devono essere posti pari ad uno (analisi sismica).

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera è effettuata secondo l'approccio 1, combinazione2:

$$A2+M2+R2$$

In accordo con la Tabella 6.8.I del D.M. 14/02/2008 il coefficiente parziale sulle resistenza R2 è pari a 1.1, mentre i coefficienti A2 e M2 sono quelli già citati sopra. In fase sismica, l'analisi viene condotta ponendo pari ad uno tutti i coefficienti A e cercando ancora un fattore di sicurezza sulle resistenze pari a 1.1.

### **8.3 Verifiche agli stati limite di esercizio e a fessurazione**

Le verifiche agli SLE e a fessurazione sono eseguite con riferimento ai valori caratteristici delle azioni e dei parametri di resistenza dei materiali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8.4 Spinta delle terre

### 8.4.1 Coefficienti di spinta in fase statica

Il coefficiente di spinta a riposo dei terreni considerati è stato calcolato secondo il procedimento dell'equilibrio limite di Rankine:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

I valori dei coefficienti di spinta attiva ( $K_a$ ) sono stati calcolati secondo la relazione di Coulomb, mentre i coefficienti di spinta passiva ( $K_p$ ) secondo la relazioni di Rankine: il valore dell'angolo di attrito terreno-paratia ( $\delta$ ) è stato assunto nullo per il calcolo delle spinte.

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

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



dove:

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

La relazione di Rankine per il calcolo della spinta passiva è invece:

$$K_a = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

In Tabella 11 sono riassunti i coefficienti di spinta utilizzati nei calcoli; il pedice 'h' indica che i coefficienti di spinta attiva e passiva sono stati calcolati in direzione orizzontale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
		PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0

Strato	S.L.	Parametri del terreno	Approccio	$\phi$ [°]	$K_0$	$K_{ph}$ $i^{(*)} = 0^\circ$	$K_{ah}$ $i^{(*)} = 0^\circ$
Depositi marini terrazzati	S.L.E.	Caratteristici	-	38	0.384	4.204	0.238
	S.L.U.	Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.384	4.204	0.238
	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.470	3.256	0.307
Sabbie e ghiaie di Messina	S.L.E.	Caratteristici	-	38	0.384	4.204	0.238
	S.L.U.	Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.384	4.204	0.238
	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.470	3.256	0.307

Tabella 11: Coefficienti di spinta caso statico ( $i^{(*)}$  = pendenza del terreno a monte della paratia).

#### 8.4.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

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

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

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

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right), \text{ con } K_v = 0.$$

I coefficienti di spinta passiva in fase sismica sono stati invece valutati mediante la relazione di Soubra.

In Tabella 12 sono riassunti i coefficienti di spinta in fase sismica per i terreni in esame:

Strato	S.L.	Parametri del terreno	Approccio	$\phi$ [°]	$K_0$	$K_{ph}$ $i^{(*)} = 0^\circ$	$K_{ah}$ $i^{(*)} = 0^\circ$
Depositi marini terrazzati	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.470	0.307	0.414
Sabbie e ghiaie di Messina	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.470	0.307	0.414

Tabella 12: Coefficienti di spinta in fase sismica ( $i^{(*)}$  = pendenza di terreno a monte della paratia).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9 FASI COSTRUTTIVE

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

- Scavo di regolarizzazione per ricavare la pista necessaria all'esecuzione dei diaframmi.
- Realizzazione dei diaframmi in c.a. mediante benna mordente
- Getto della trave di testata della paratia.
- Ritombamento e ripristino dell'area interessata dagli scavi a monte dei diaframmi, con posizionamento della canaletta dietro l'opera.
- Scavo parziale fino a circa 0.5m sotto la quota d'imposta del primo ordine di tiranti, vale a dire circa 4m al di sotto del limite superiore della trave di testata.
- Esecuzione e tesatura del primo ordine di tiranti.
- Scavo parziale a circa 0.5m sotto la quota d'imposta del secondo ordine di tiranti (circa 7m al di sotto del limite superiore della trave di testata).
- Esecuzione e tesatura del secondo ordine di tiranti.
- Scavo parziale a circa 0.5m sotto la quota d'imposta del terzo ordine di tiranti (circa 9.5m al di sotto del limite superiore della trave di testata).
- Esecuzione e tesatura del terzo ordine di tiranti.
- Scavo fino a fondo scavo.
- Realizzazione del cordolo di appoggio del pannello di rivestimento in pietra.
- Posizionamento del pannello di rivestimento in pietra e getto del riempimento in calcestruzzo, armato con una rete elettrosaldata e dotato di nicchie in corrispondenza delle teste dei tiranti per garantirne l'ispezionabilità.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10 MODELLO DI CALCOLO

### 10.1 Caratteristiche generali

La tabella seguente riporta le caratteristiche generali delle paratie in progetto.

#### Diaframmi

sezione	120cmx250cm
Lunghezza massima	23m
Materiale	Cemento armato

#### Tiranti attivi

Numero di ordini	3
diametro di perforazione $\geq$	160 mm
Trefoli	4-5
Interasse	1 per ogni pannello per tutti gli ordini
Inclinazione sull'orizzontale	10°
Tipo tirante	IRS - ad iniezioni ripetute e selettive

Il bulbo dei tiranti verrà eseguito ad iniezioni ripetute e selettive con una valvola al metro lineare di fondazione.

In sommità della paratia è prevista una trave di testata di calcestruzzo armato che lega i pannelli tra loro. Le altezze relative alla paratia sono comprensive dell'altezza della trave di testata, che ha sezione minima 120cmx100cm.

Il dimensionamento delle paratie è stato eseguito attraverso l'uso del programma Paratie Plus 2011.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



## 10.2 Dimensionamento della paratia

Nel paragrafo in oggetto si dimensiona dal punto di vista strutturale la paratia costituita da diaframmi definitivi in c.a. di spessore 120cm. Sono state studiate due sezioni rappresentative:

- Sezione S1: tre ordini di tiranti, altezza massima 12.0m.  
 In ottemperanza a quanto indicato nel paragrafo 3.2.3.6.2.1 del documento GCG.F.03.06 delle specifiche tecniche l'altezza reale è stata incrementata di 0.5m, ottenendo un'altezza di calcolo di 12.5.
- Sezione S2: due ordini di tiranti, altezza massima 9.5m.

Anche in questo caso l'altezza reale è stata incrementata di 0.5m, ottenendo un'altezza di calcolo di 10m.

Le sezioni presentano tiranti definitivi, che necessariamente dovranno essere ispezionabili. Per questa ragione il riempimento in c.a. posto davanti alla porzione fuori terra della paratia presenta una nicchia in corrispondenza delle teste dei tiranti, resa accessibile grazie alla presenza di una parte rimovibile nel pannello in pietra di rivestimento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 10.3 Fasi di modellazione

#### 10.3.1 Sezione S1

Di seguito si riportano le fasi della modellazione, accompagnate da una sezione tipologica per meglio comprenderne la successione.

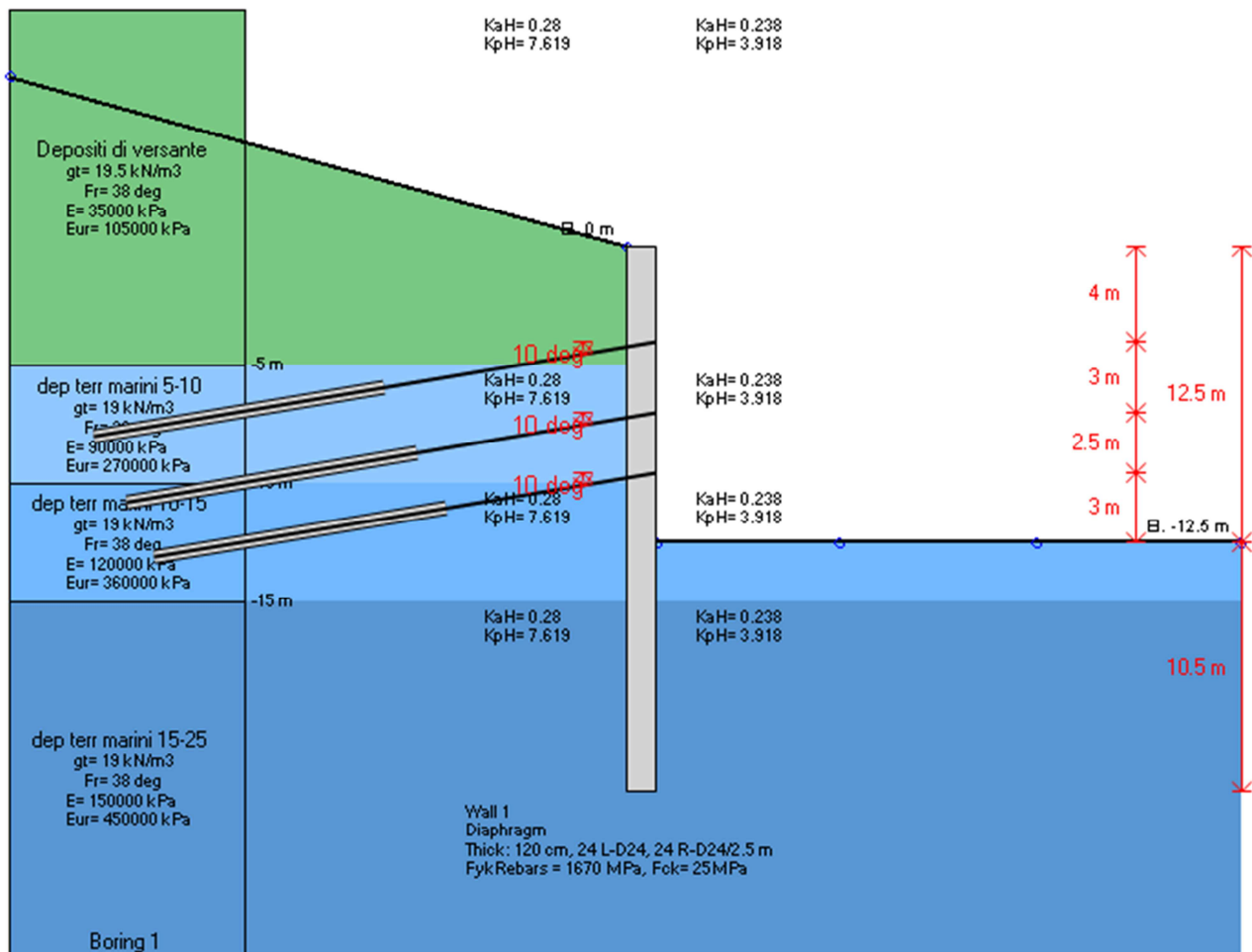


Fig. 1: Schema sezione

Si riportano di seguito gli stage (step) di calcolo, la quota di riferimento 0.0 coincide con la testa della paratia:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### Stage 0: CONDIZIONE GEOSTATICA

Corrisponde alla fase geostatica iniziale. La quota del terreno a monte e a valle della paratia è la stessa.

#### 1° stage: SCAVO A QUOTA -4.5 m

Corrisponde alla fase di scavo a -4.5m. al fine di poter mettere in opera il primo ordine di tiranti.

#### 2° stage: TIRANTE I ORDINE

In tale fase viene applicato il primo ordine di tiranti a-4.0m.

#### 3° stage: SCAVO A QUOTA -7.5m

Corrisponde alla fase di scavo a -7.5m. al fine di poter mettere in opera il secondo ordine di tiranti.

#### 4° stage: TIRANTE II ORDINE

In tale fase viene applicato il secondo ordine di tiranti a -7m.

#### 5° stage: SCAVO A QUOTA -10m

Corrisponde alla fase di scavo a -10m. al fine di poter mettere in opera il terzo ordine di tiranti.

#### 6° stage: TIRANTE III ORDINE

In tale fase viene applicato il terzo ordine di tiranti a-9.5m.

#### 7° stage: FONDO SCAVO A QUOTA -12.5m

Corrisponde alla fase di scavo a -12.5m.

#### 8° stage: SISMA



In questa fase si simula l'azione sismica come descritto nel Capitolo 7.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei tiranti utilizzate nei calcoli:

Ordine	Quota [m]	n. trefoli	$\alpha$ [°]	interasse [m]	$L_{libera}$ [m]	$L_{bulbo}$ [m]	Tiro di collaudo [kN]	Tiro iniziale [kN]
I	-4	5	10	2.5 (1 x pannello)	10.61	12	350	100
II	-7	5	10	2.5 (1 x pannello)	9.24	12	300	100
III	-9.5	5	10	2.5 (1 x pannello)	8.1	12	150	50

Tabella 13: caratteristiche dei tiranti della sezione S1.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 10.3.2 Sezione S2

Di seguito si riportano le fasi della modellazione, accompagnate da una sezione tipologica per meglio comprenderne la successione.

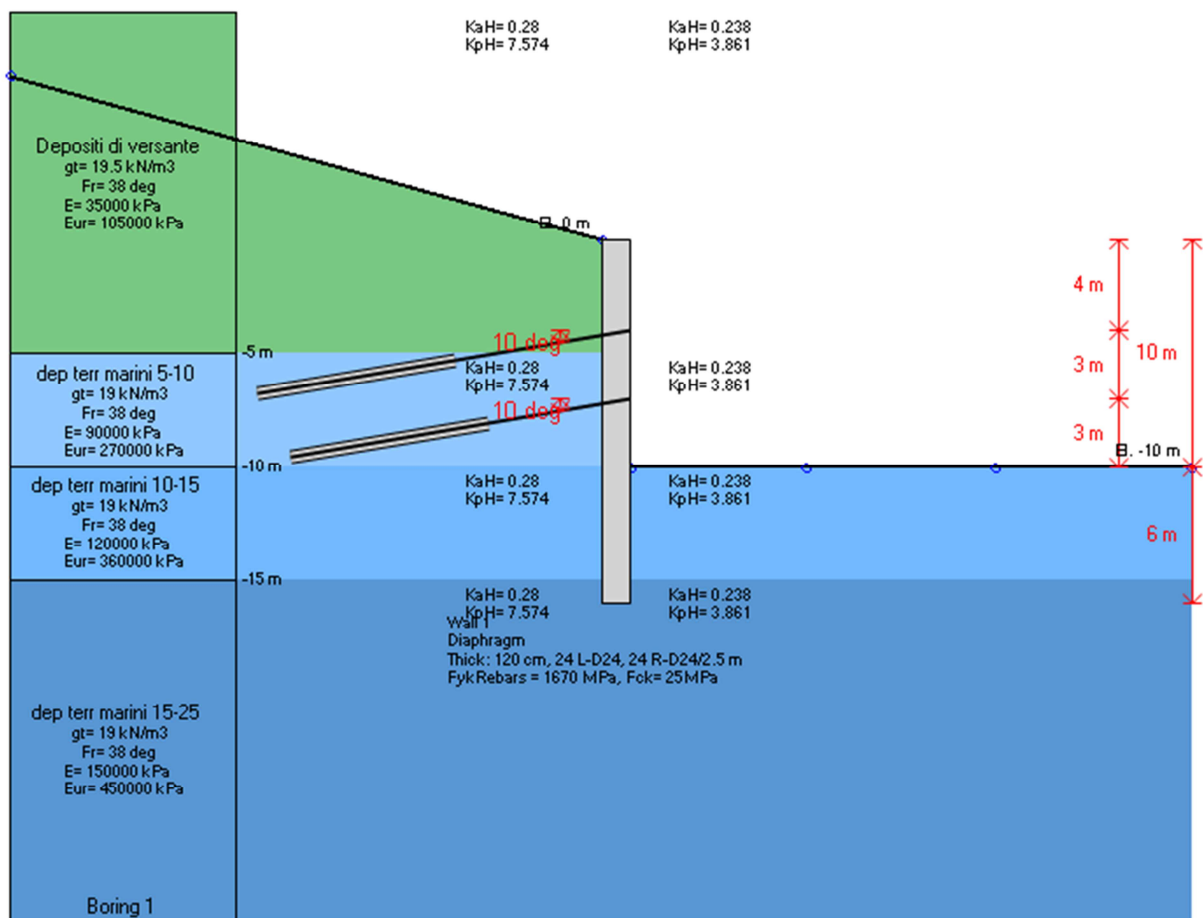


Fig. 2: Schema sezione

Si riportano di seguito gli stage (step) di calcolo, la quota di riferimento 0.0 coincide con la testa della paratia:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### Stage 0: CONDIZIONE GEOSTATICA

Corrisponde alla fase geostatica iniziale. La quota del terreno a monte e a valle della paratia è la stessa.

#### 1° stage: SCAVO A QUOTA -4.5 m

Corrisponde alla fase di scavo a -4.5m. al fine di poter mettere in opera il primo ordine di tiranti.

#### 2° stage: TIRANTE I ORDINE

In tale fase viene applicato il primo ordine di tiranti a-4.0m.

#### 3° stage: SCAVO A QUOTA -7.5m

Corrisponde alla fase di scavo a -7.5m. al fine di poter mettere in opera il secondo ordine di tiranti.

#### 4° stage: TIRANTE II ORDINE

In tale fase viene applicato il secondo ordine di tiranti a -7m.

#### 5° stage: FONDO SCAVO A QUOTA -10m

Corrisponde alla fase di scavo a -10m.



#### 6° stage: SISMA

In questa fase si simula l'azione sismica come descritto nel Capitolo7.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei tiranti utilizzate nei calcoli:

Ordine	Quota [m]	n. trefoli	$\alpha$ [°]	interasse [m]	$L_{libera}$ [m]	$L_{bulbo}$ [m]	Tiro di collaudo [kN]	Tiro iniziale [kN]
I	-4	4	10	2.5 (1 x pannello)	7.5	8.5	350	150
II	-7	4	10	2.5 (1 x pannello)	6.1	8.5	350	200

Tabella 14: caratteristiche dei tiranti della sezione S2.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

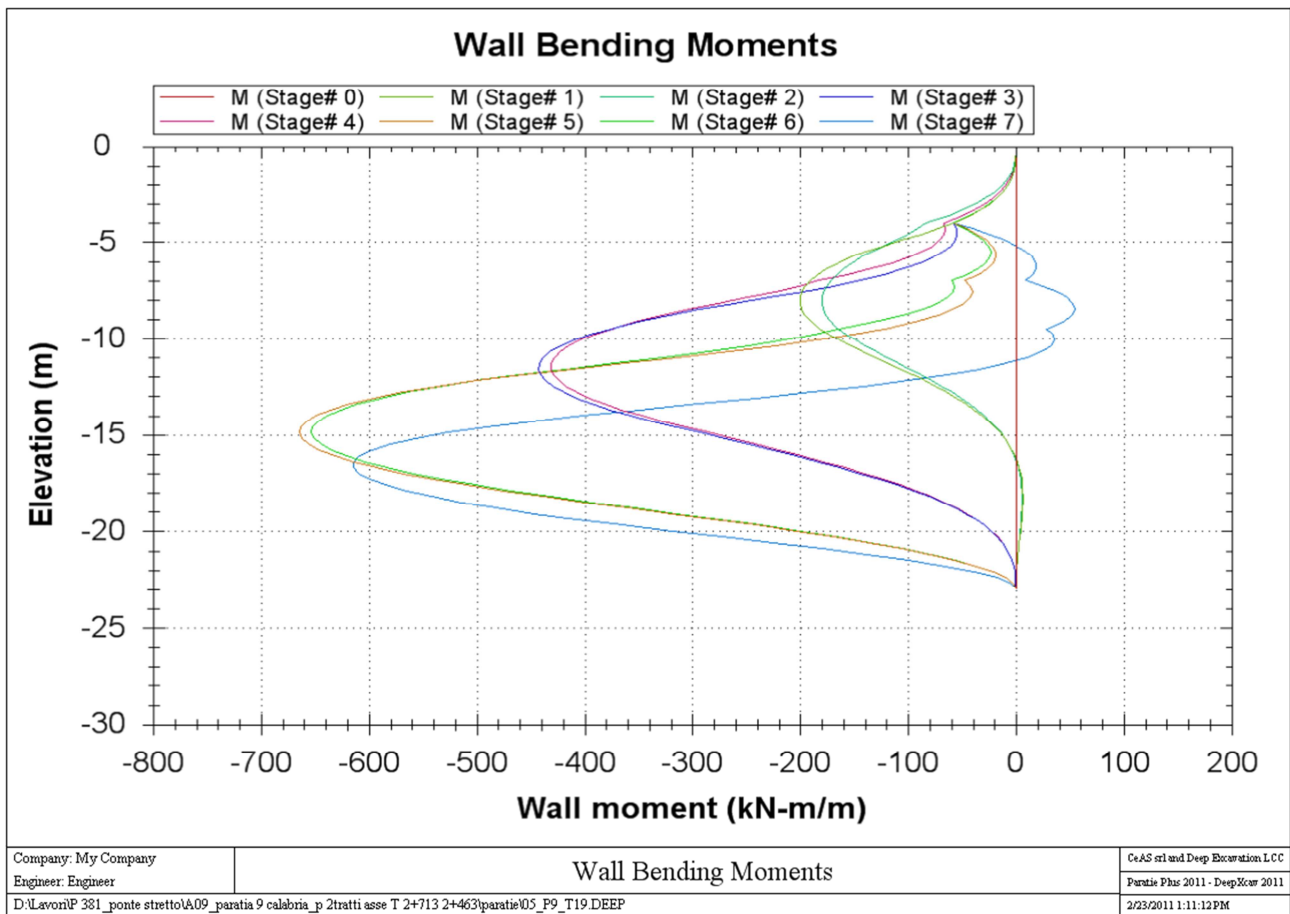
## 10.4 Risultati delle analisi

### 10.4.1 Sezione S1



#### 10.4.1.1 Diagrammi del momento flettente

Di seguito si riportano i diagrammi del momento flettente nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.

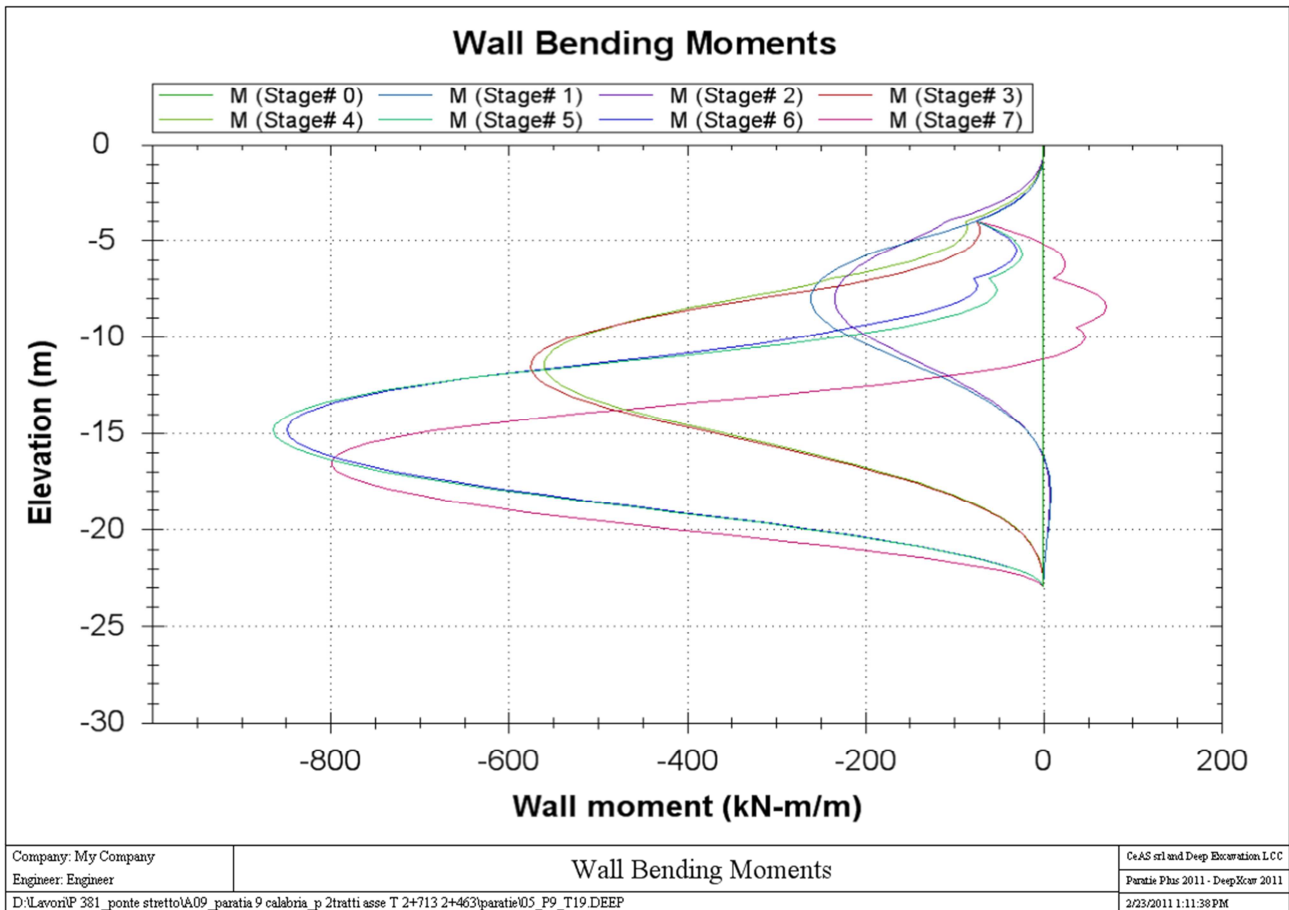
#### SLE







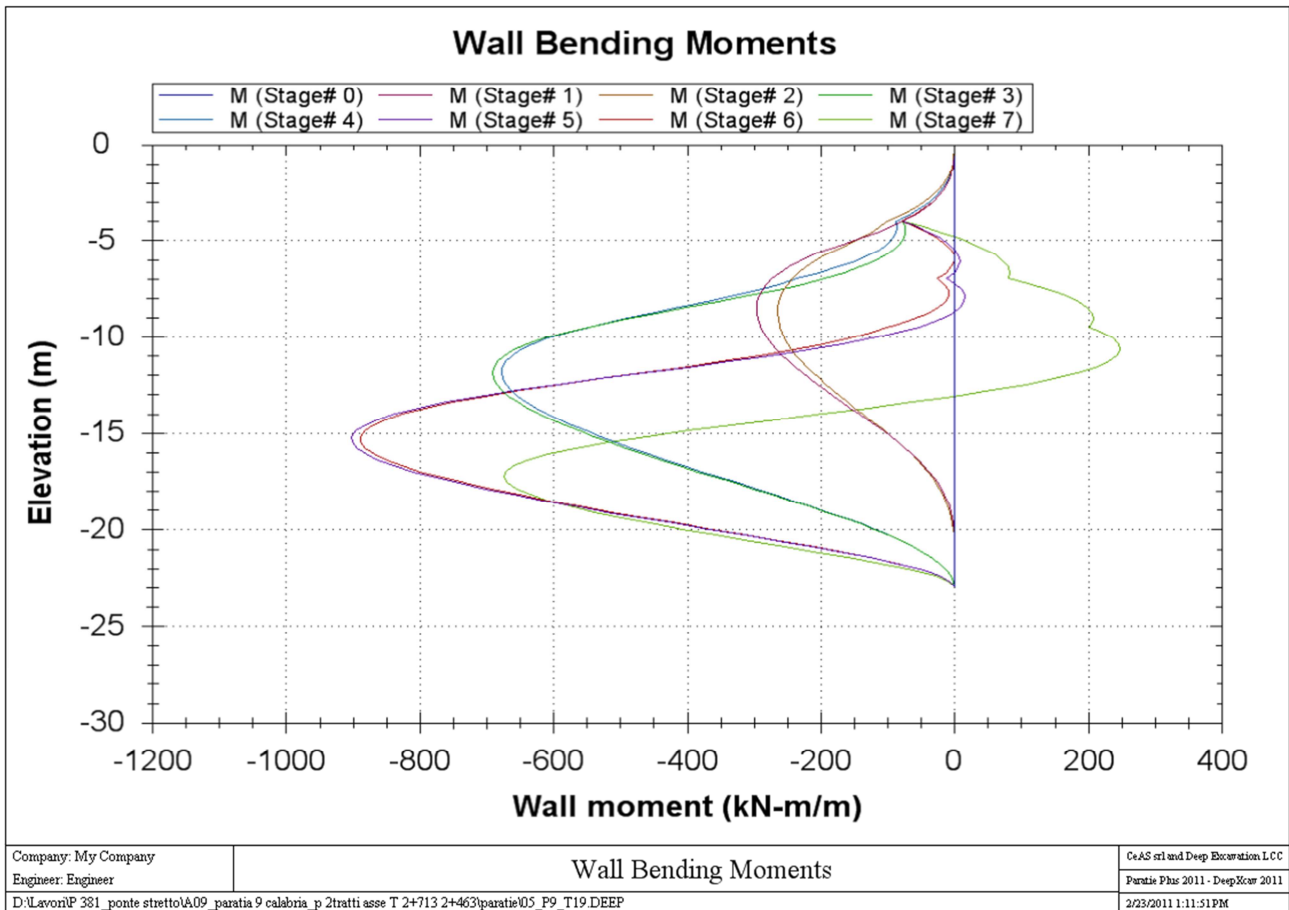
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb1 (A1+M1+R1)



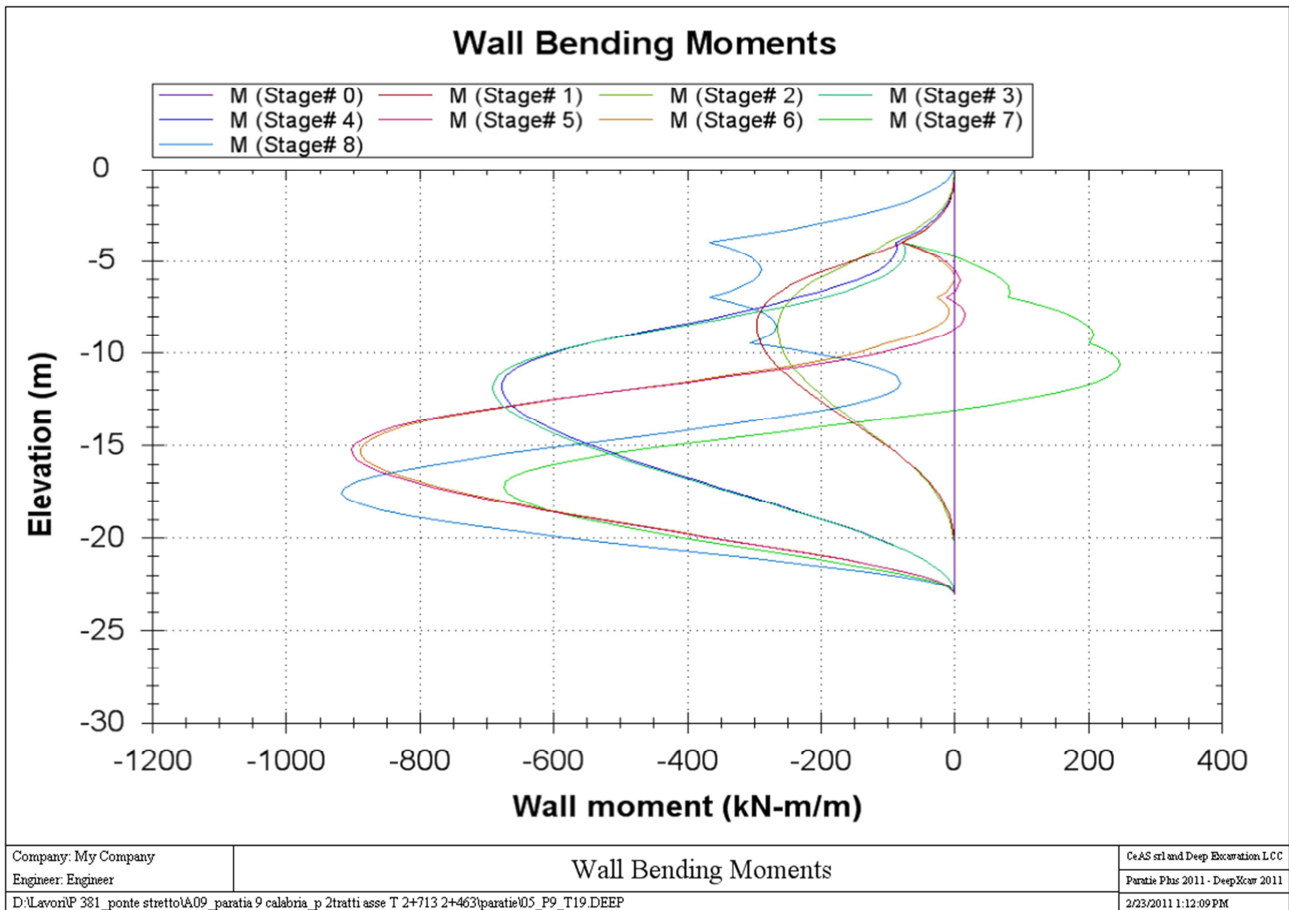
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb2 (A2+M2+R1)



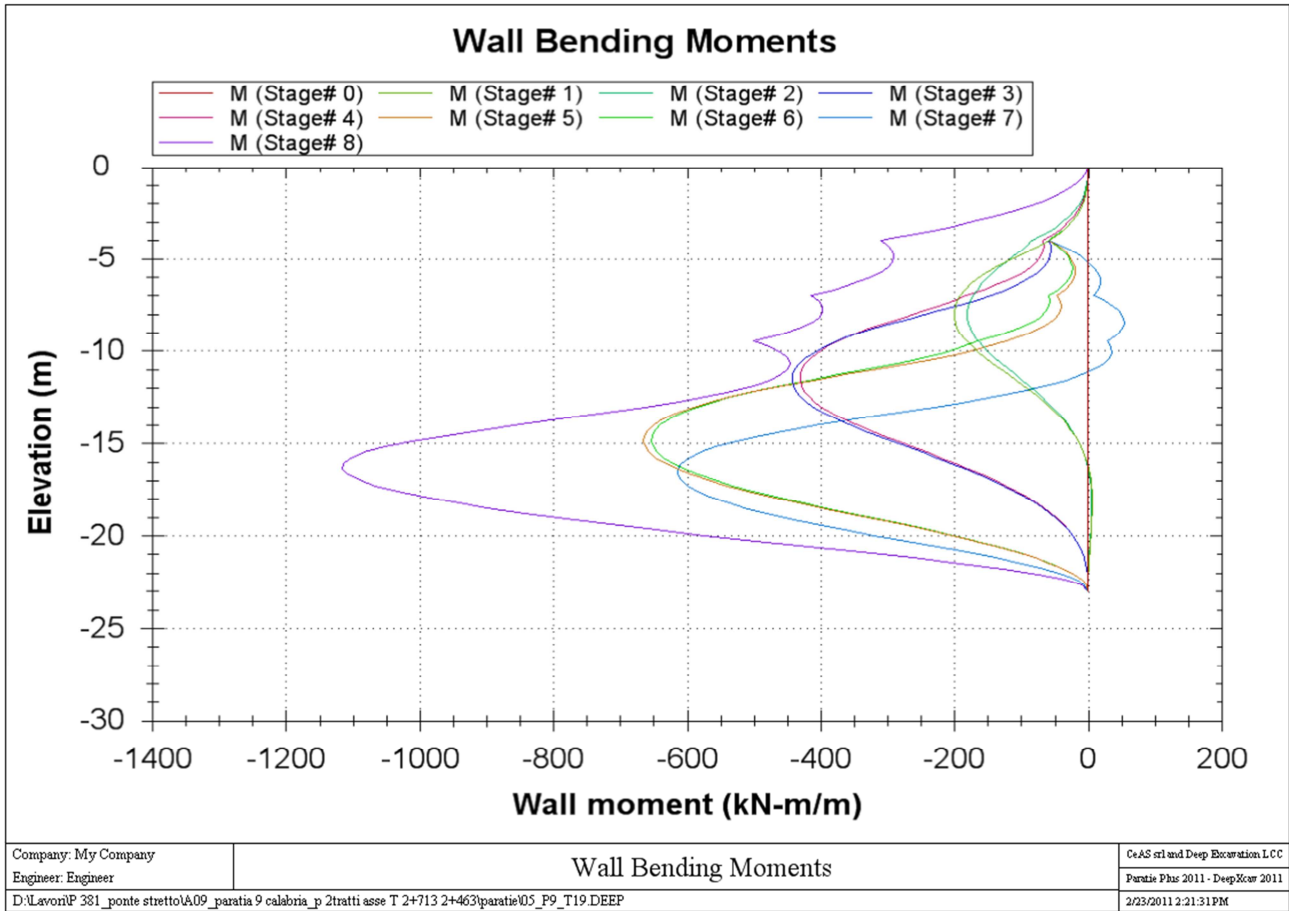
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: left;">Rev</th> <th style="text-align: left;">Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p align="center">PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO</p>		<p>Codice documento CS0652_F0</p>	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)

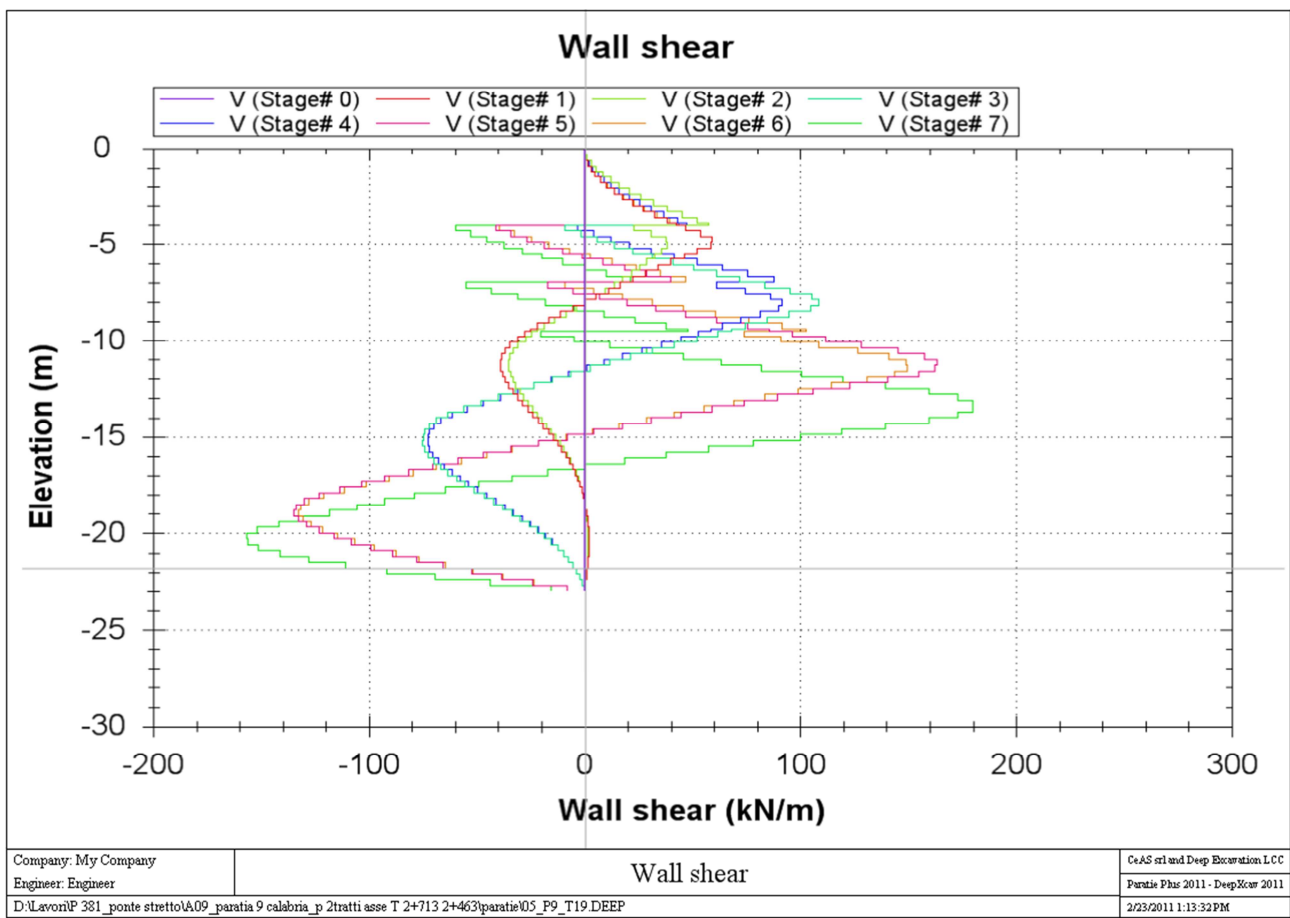




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

### 10.4.1.2 Diagrammi dell'azione tagliante

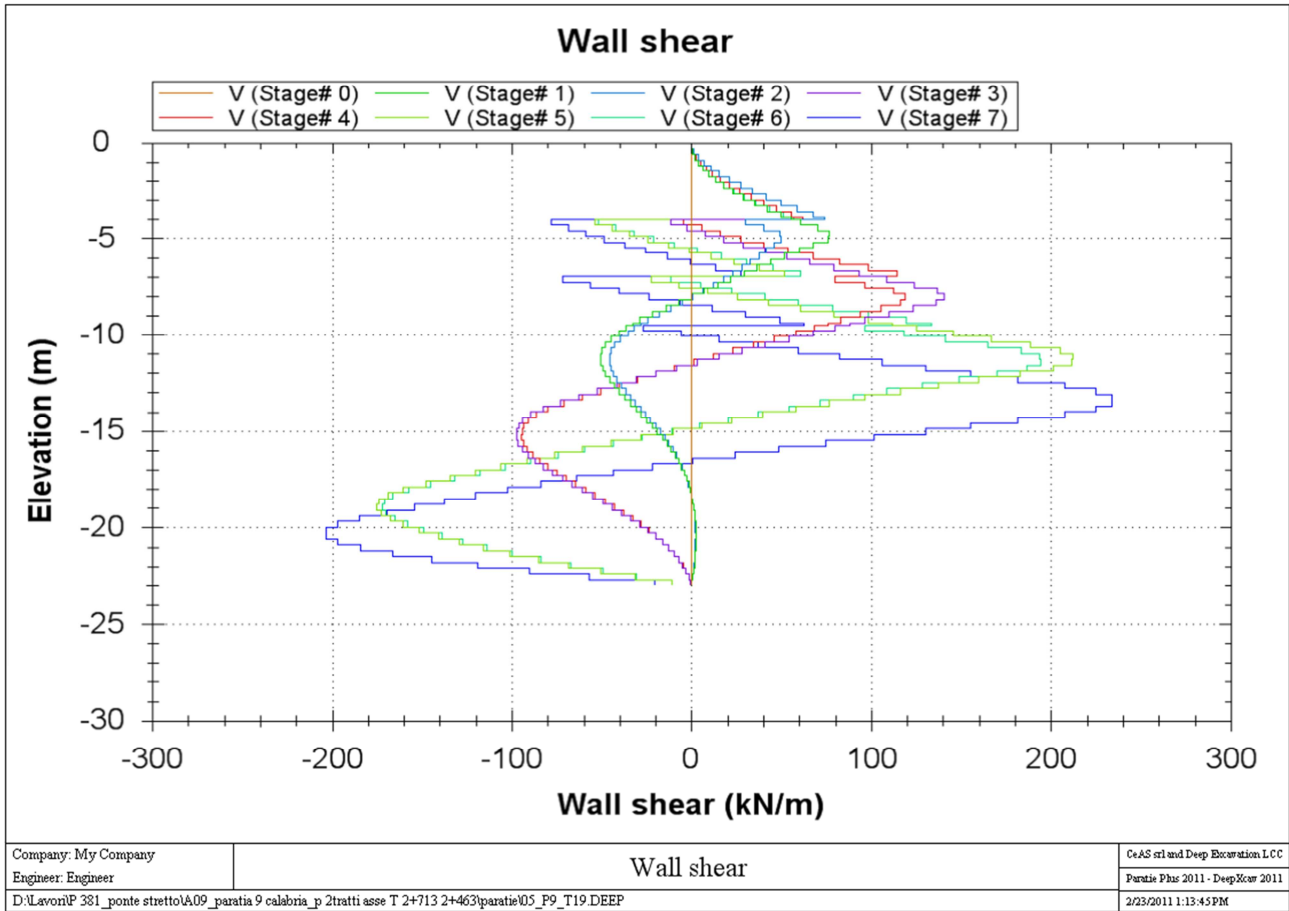
Di seguito si riportano i diagrammi dell'azione tagliante nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.



#### SLE



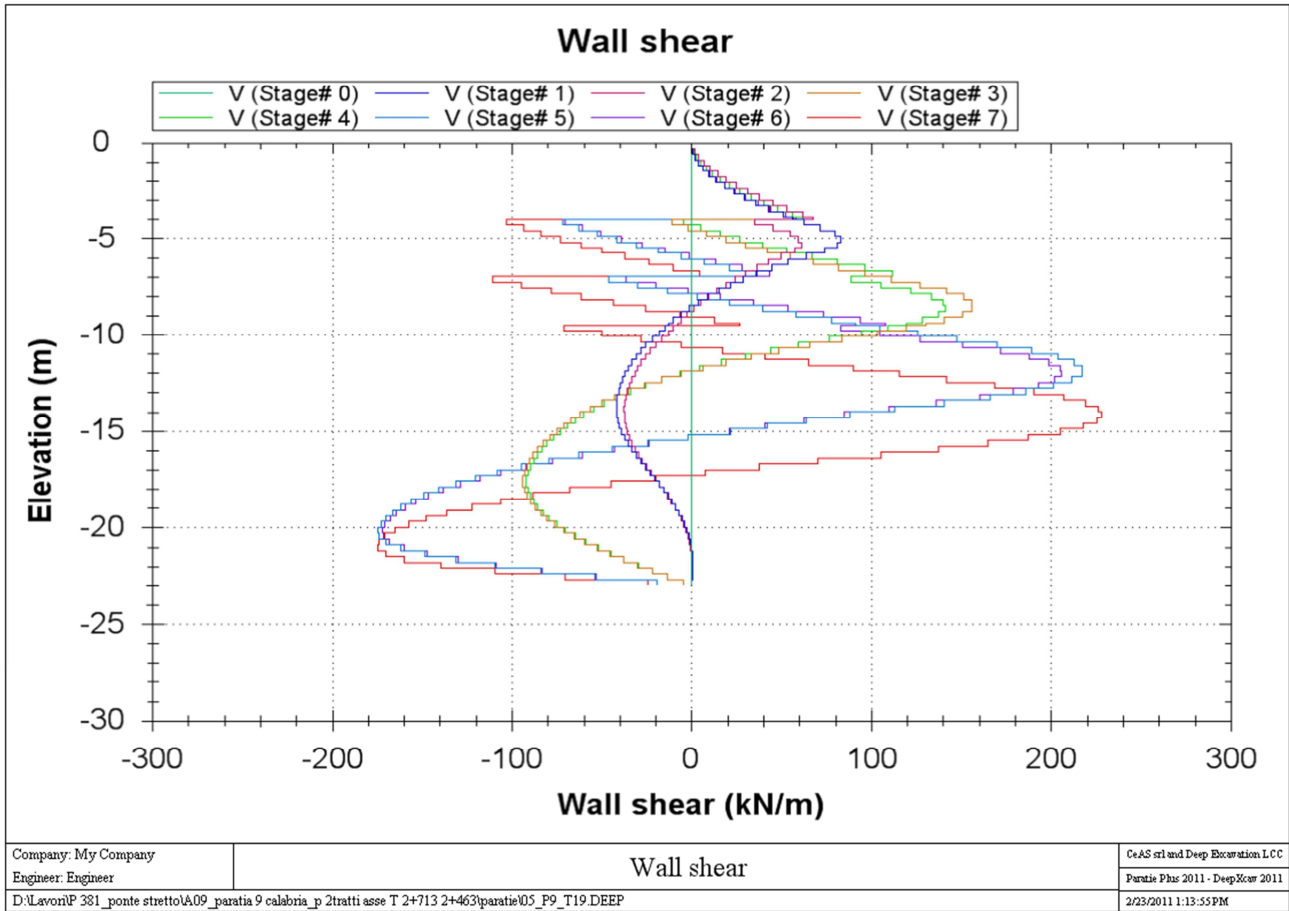
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Comb1 (A1+M1+R1)



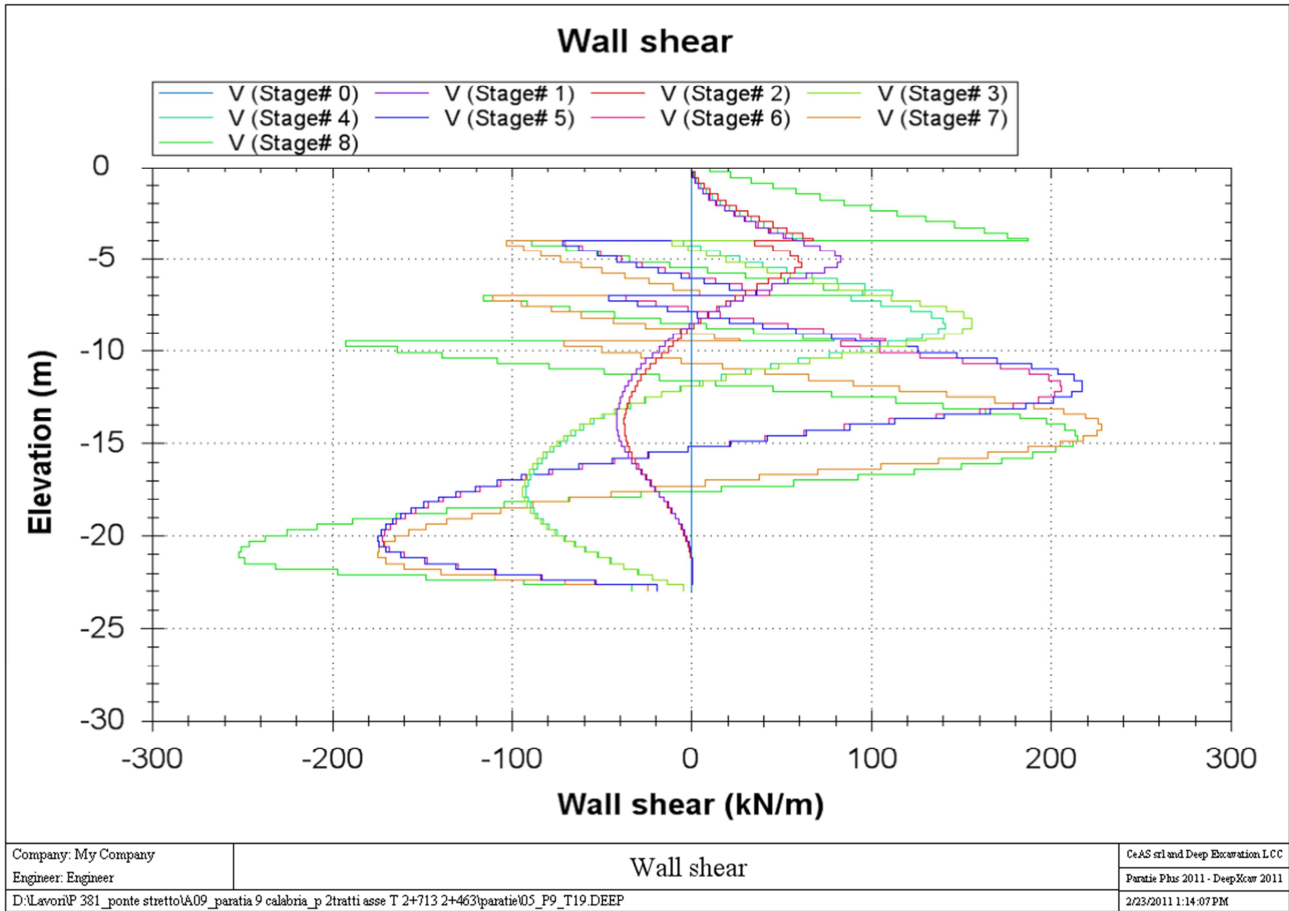
		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p align="center">PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO</p>		<p>Codice documento CS0652_F0</p>	<table border="1"> <tr> <td>Rev</td> <td>Data</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Comb2 (A2+M2+R1)





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

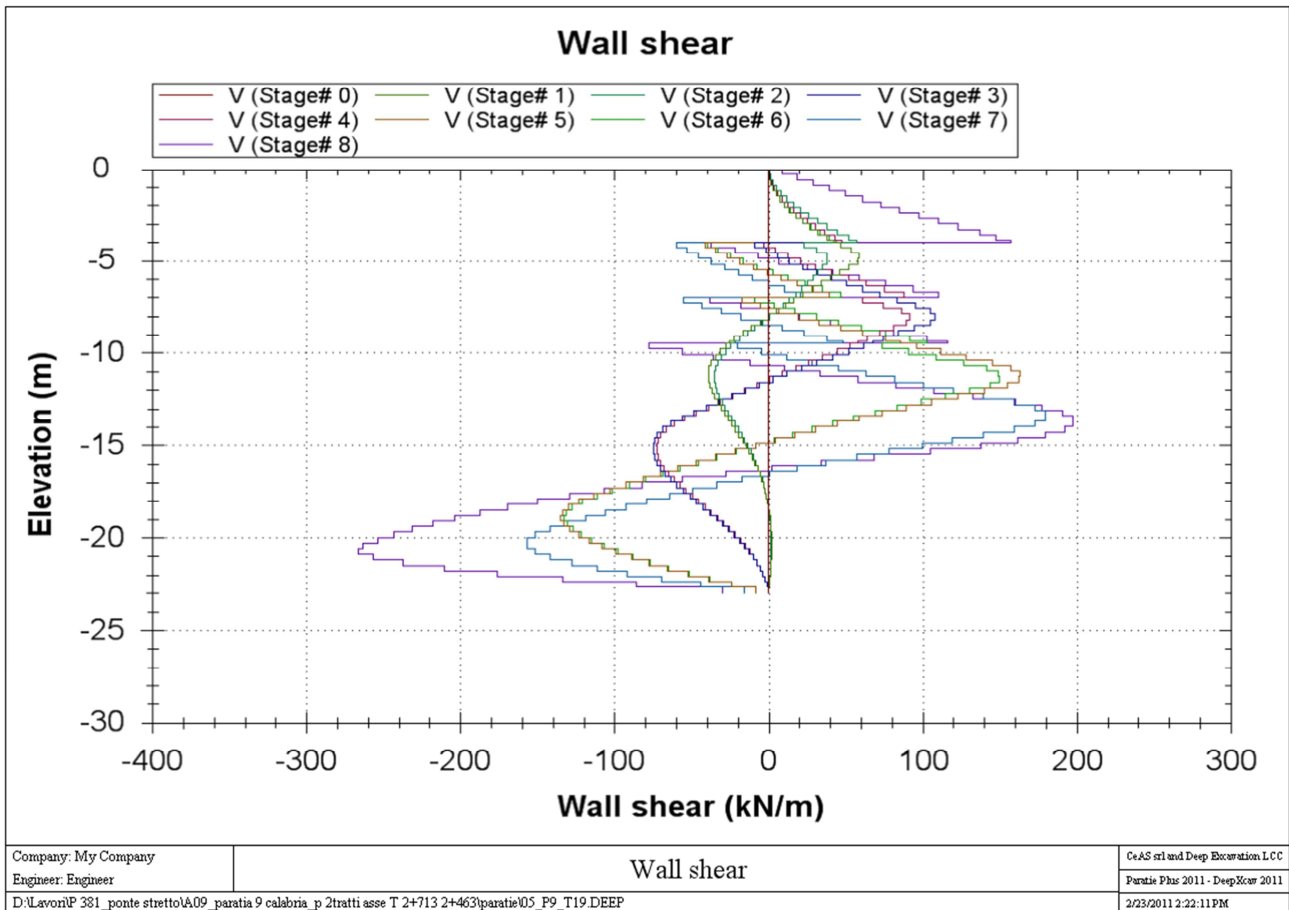
Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)







		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0 Data 20/06/2011

Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)

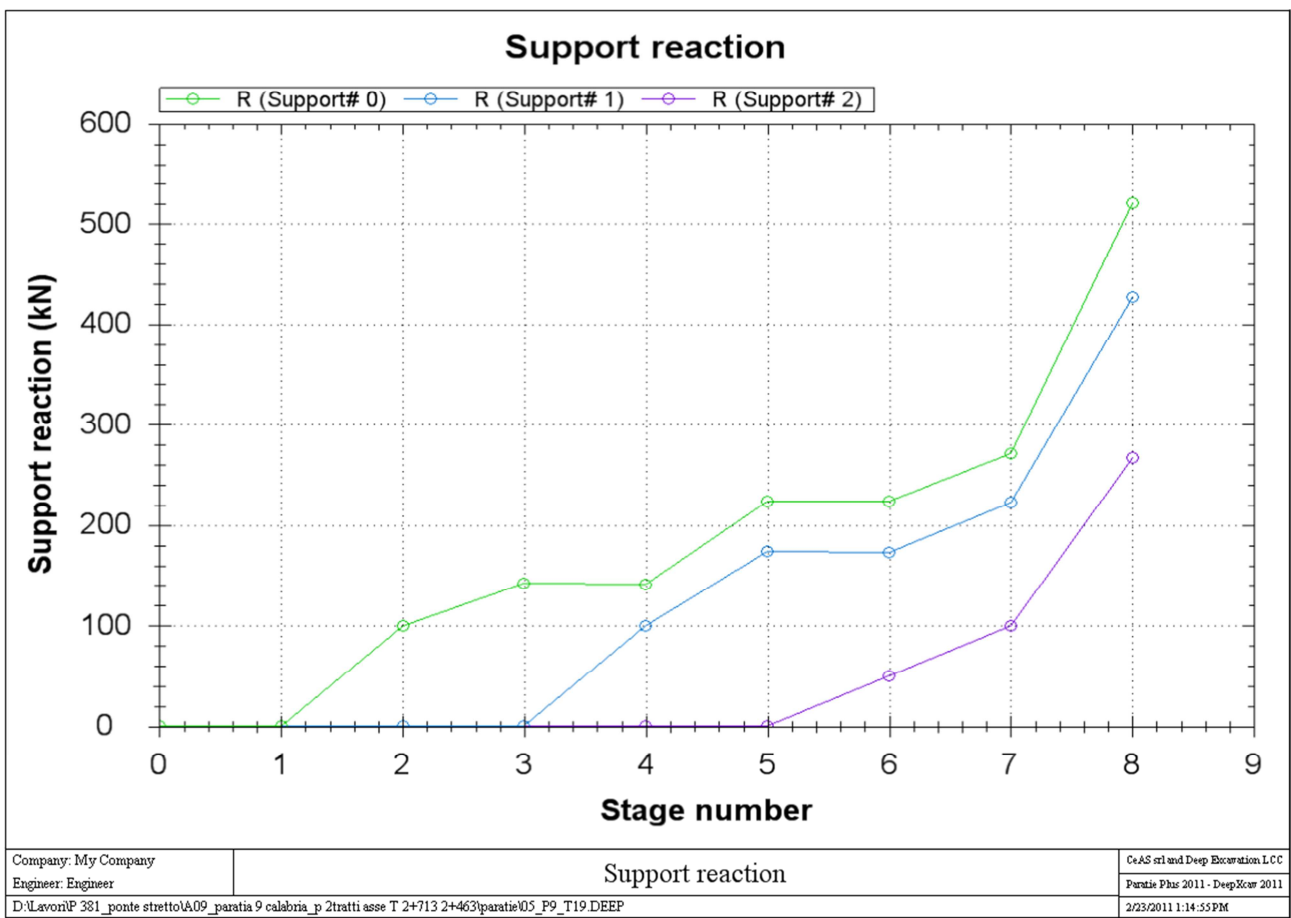




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

### 10.4.1.3 Storia di carico dei tiranti

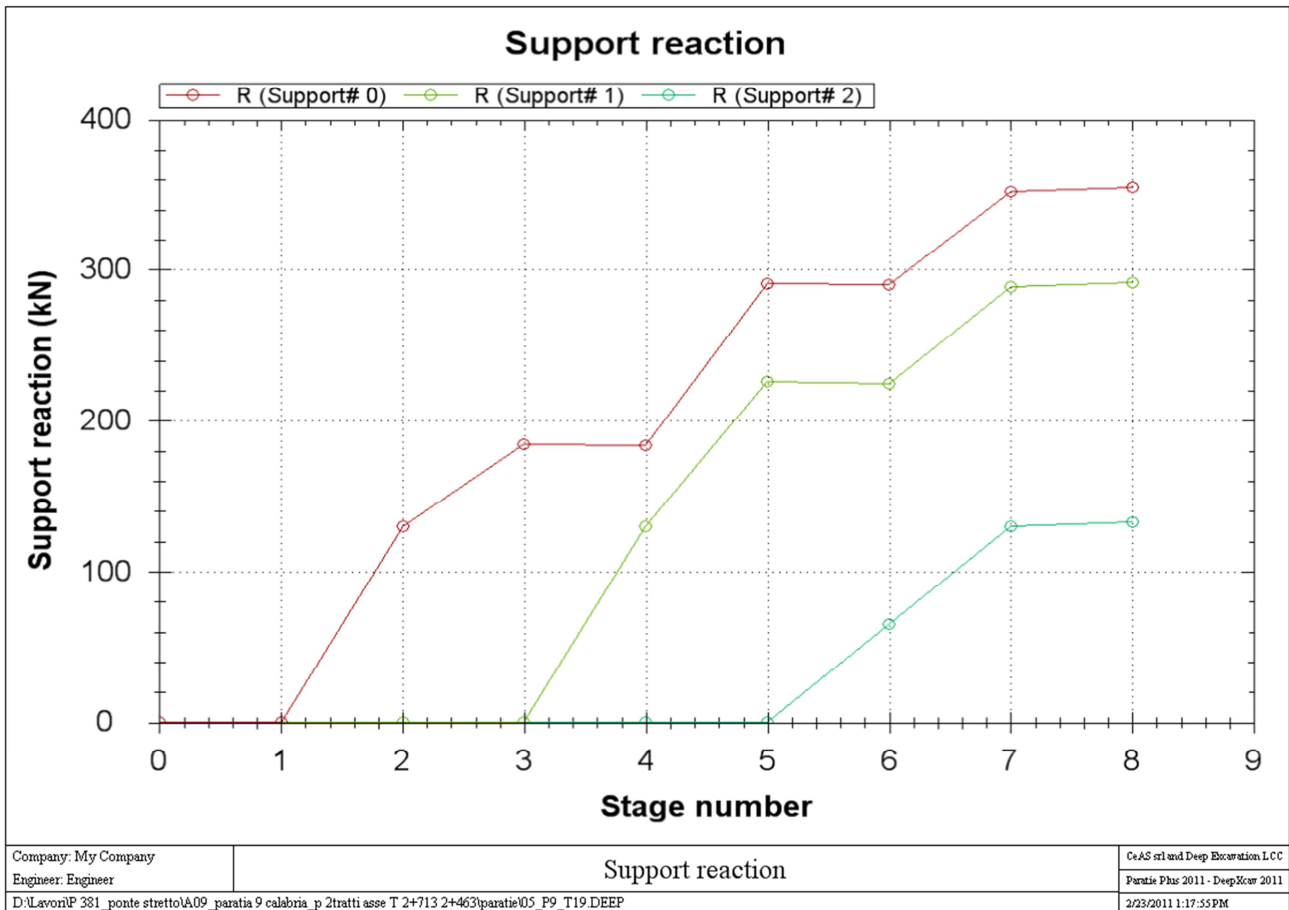
Di seguito si riporta la storia di carico dei tiranti nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.



#### SLE



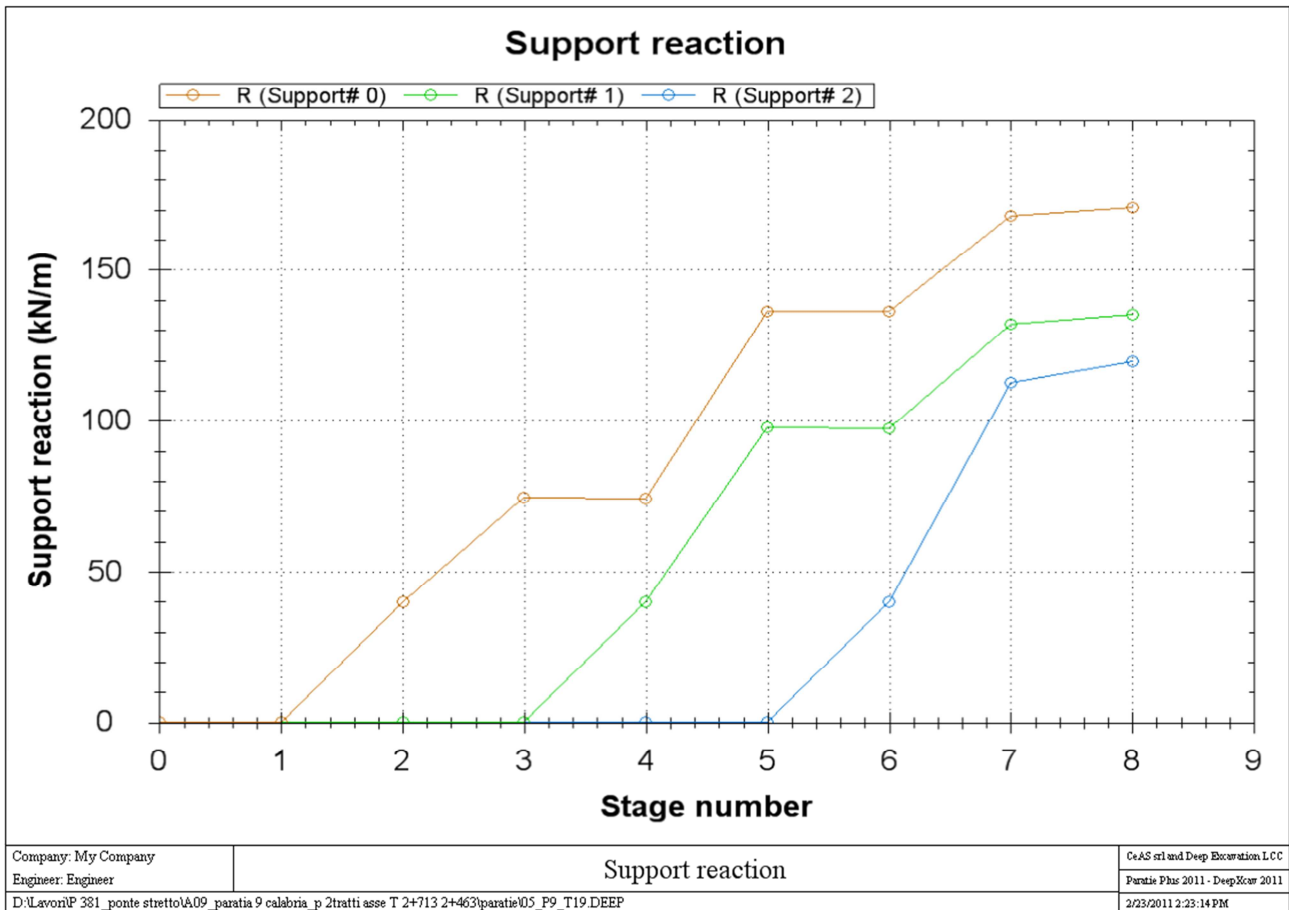
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011



Comb1 (A1+M1+R1)



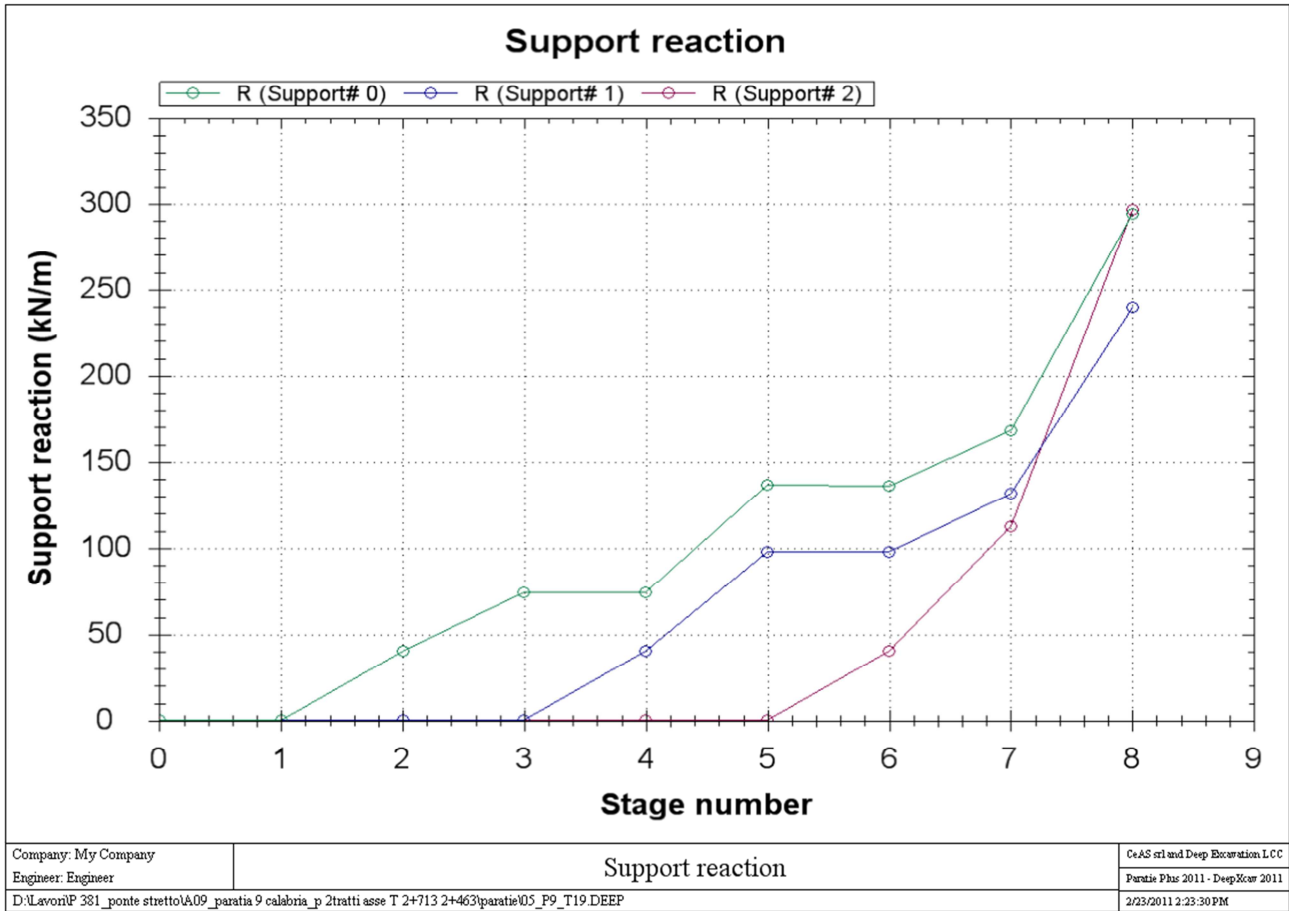
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb2 (A2+M2+R1)



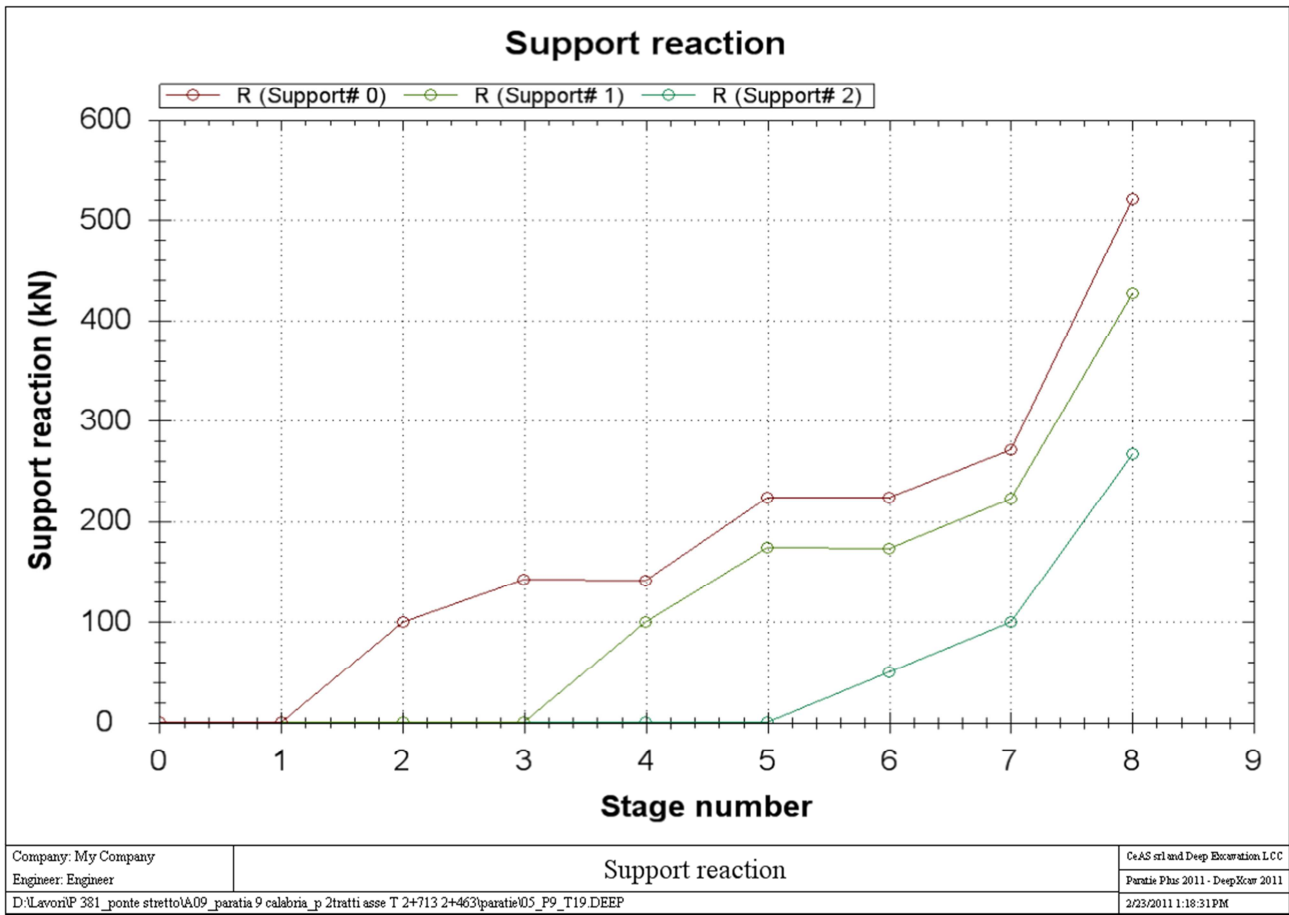
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

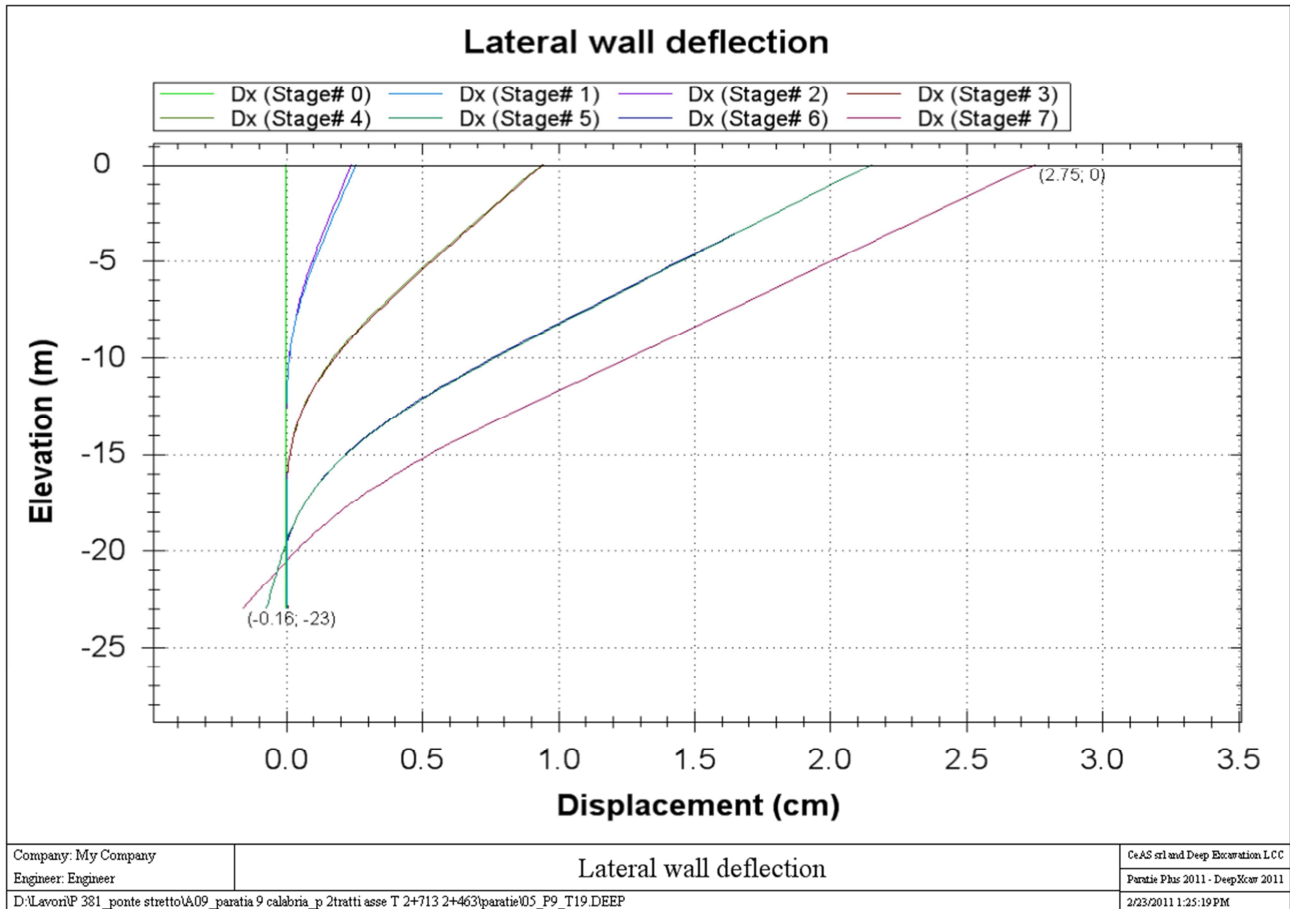
Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### 10.4.1.4 Diagrammi delle deformazioni

Di seguito si riportano i diagrammi delle deformazioni allo S.L.E. per metro lineare di paratia.



Il valore massimo di spostamento pari a circa 2.75cm è ritenuto ammissibile per l'opera in progetto e per la tipologia di terreno presente in sito.

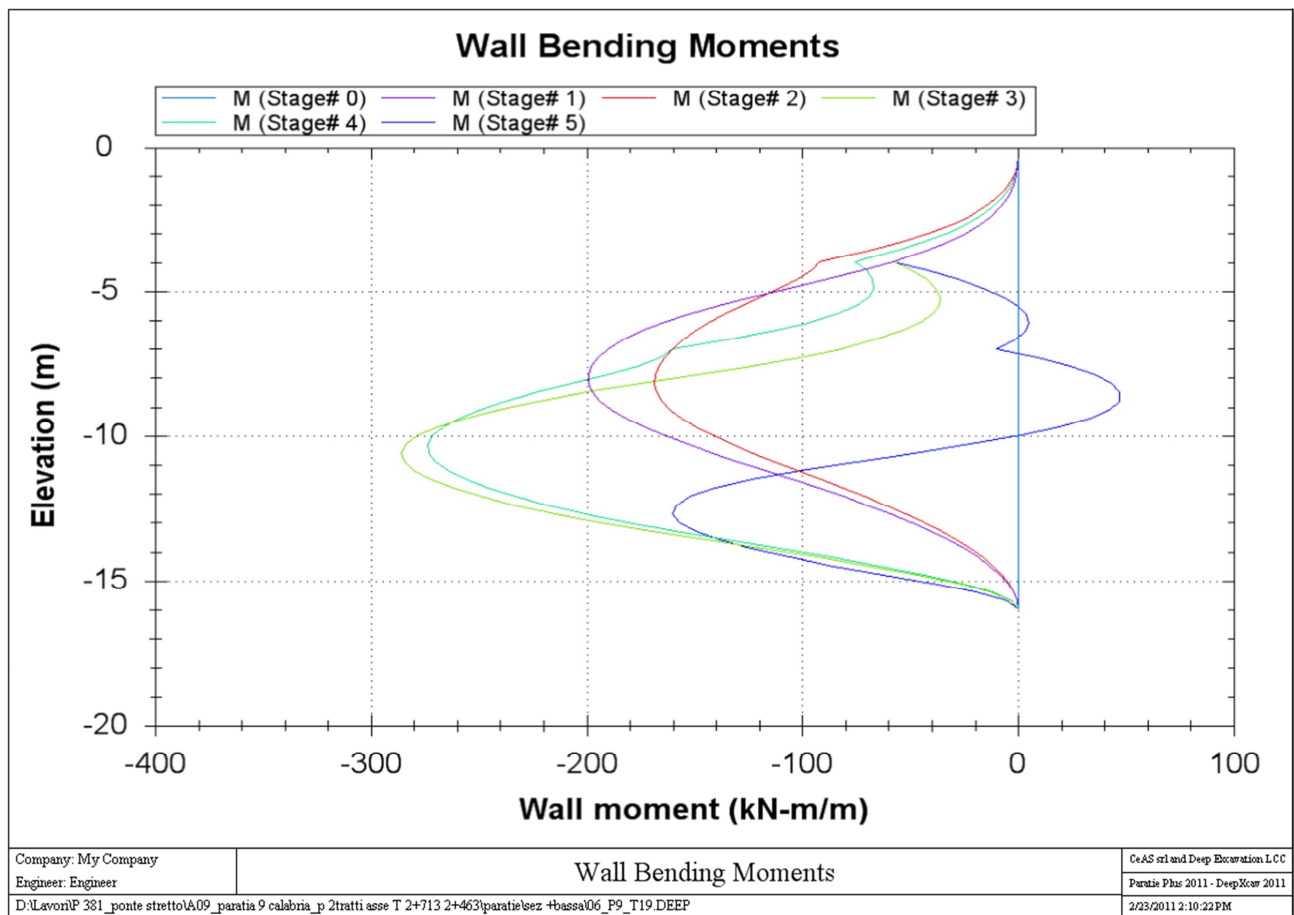
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <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						

## 10.4.2 Sezione S2



### 10.4.2.1 Diagrammi del momento flettente

Di seguito si riportano i diagrammi del momento flettente nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.

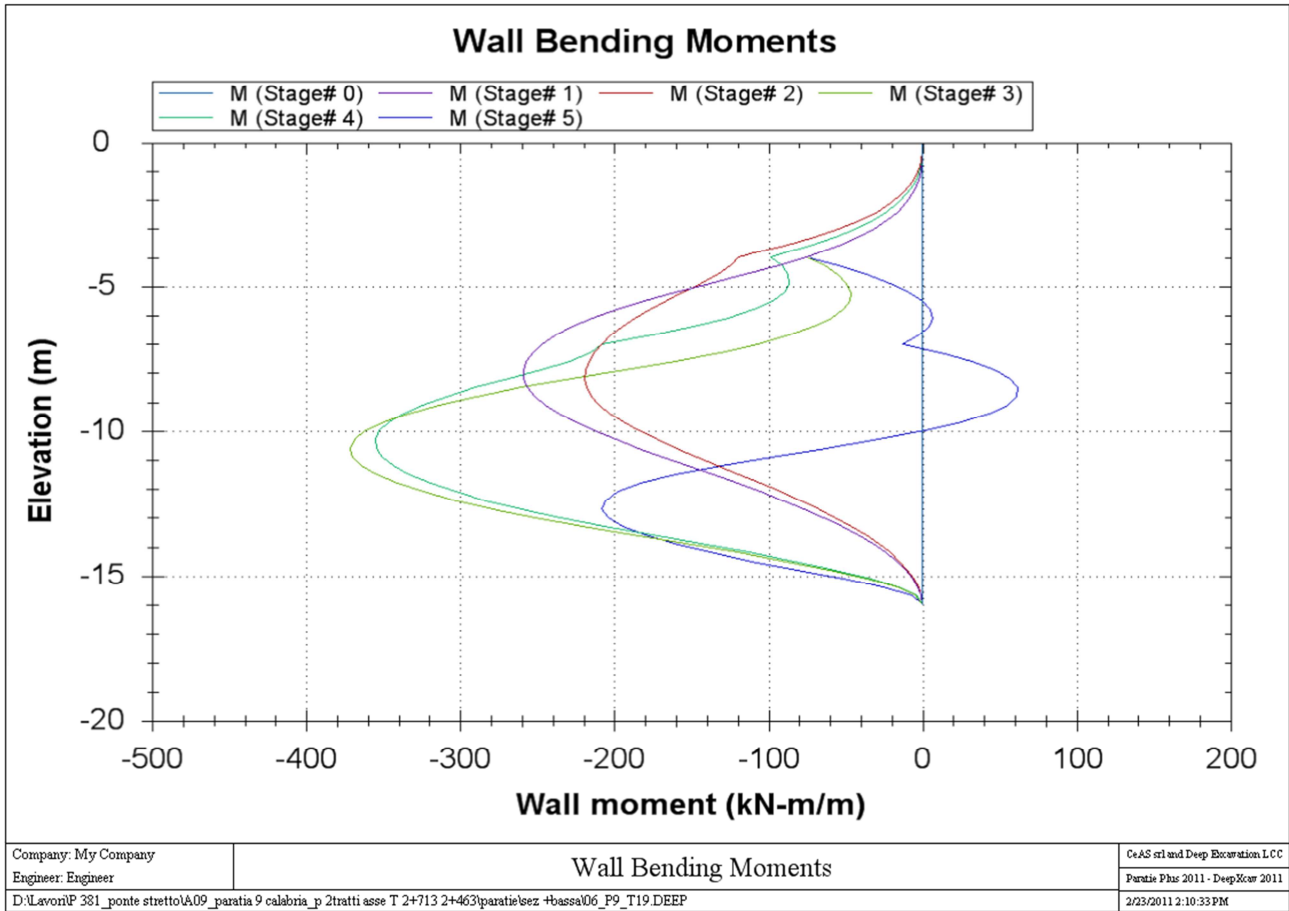
#### SLE







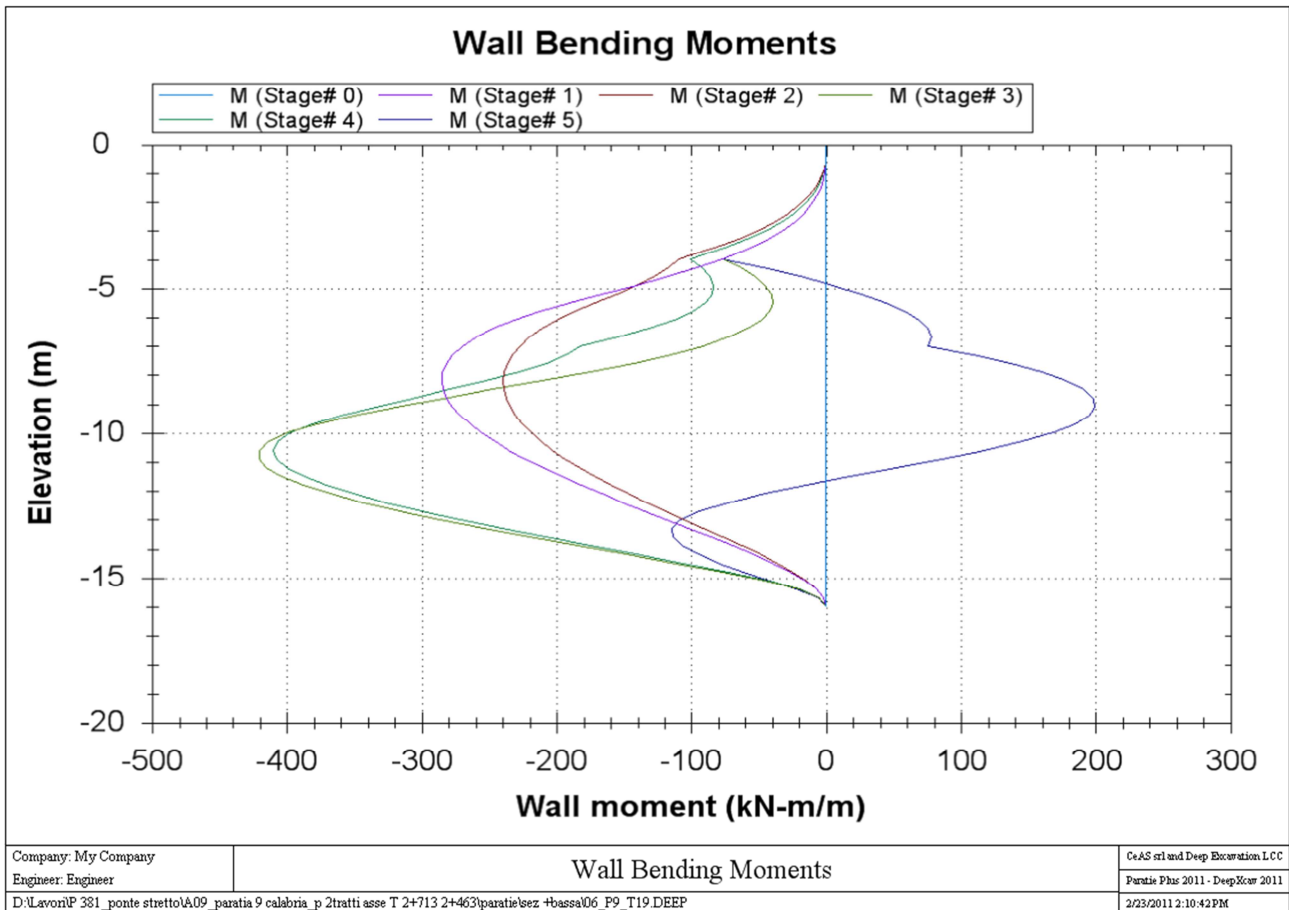
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb1 (A1+M1+R1)



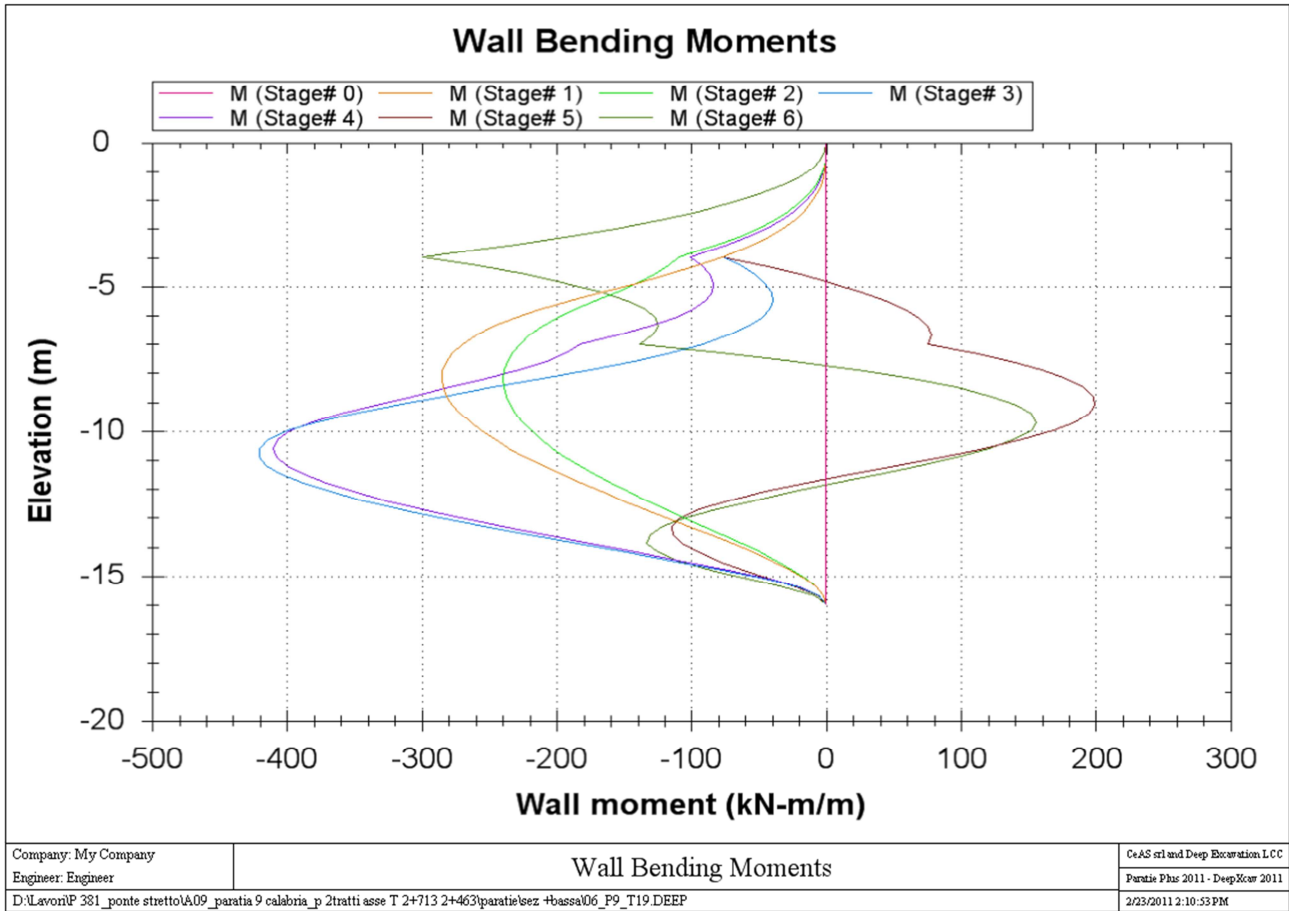
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb2 (A2+M2+R1)



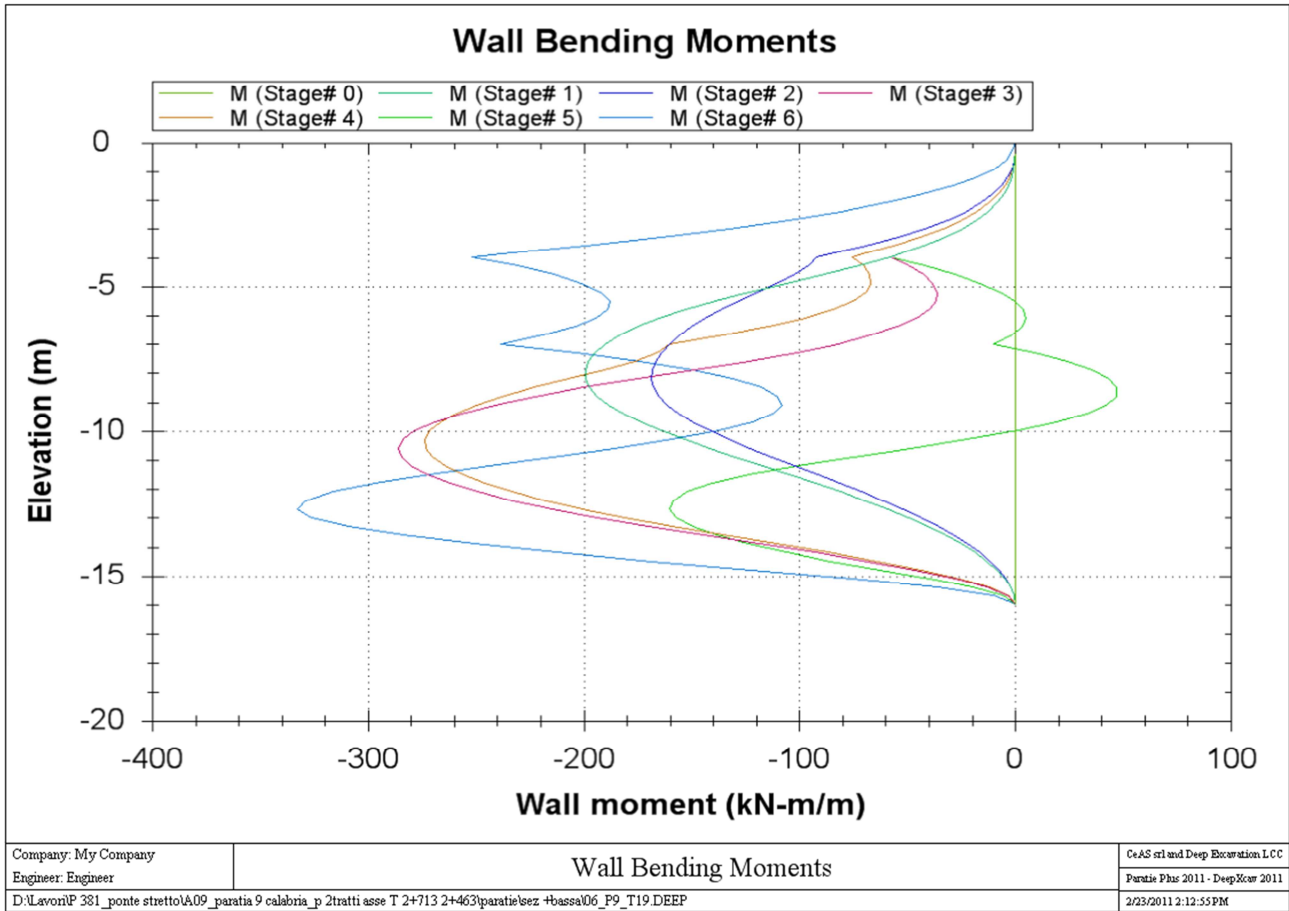
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)

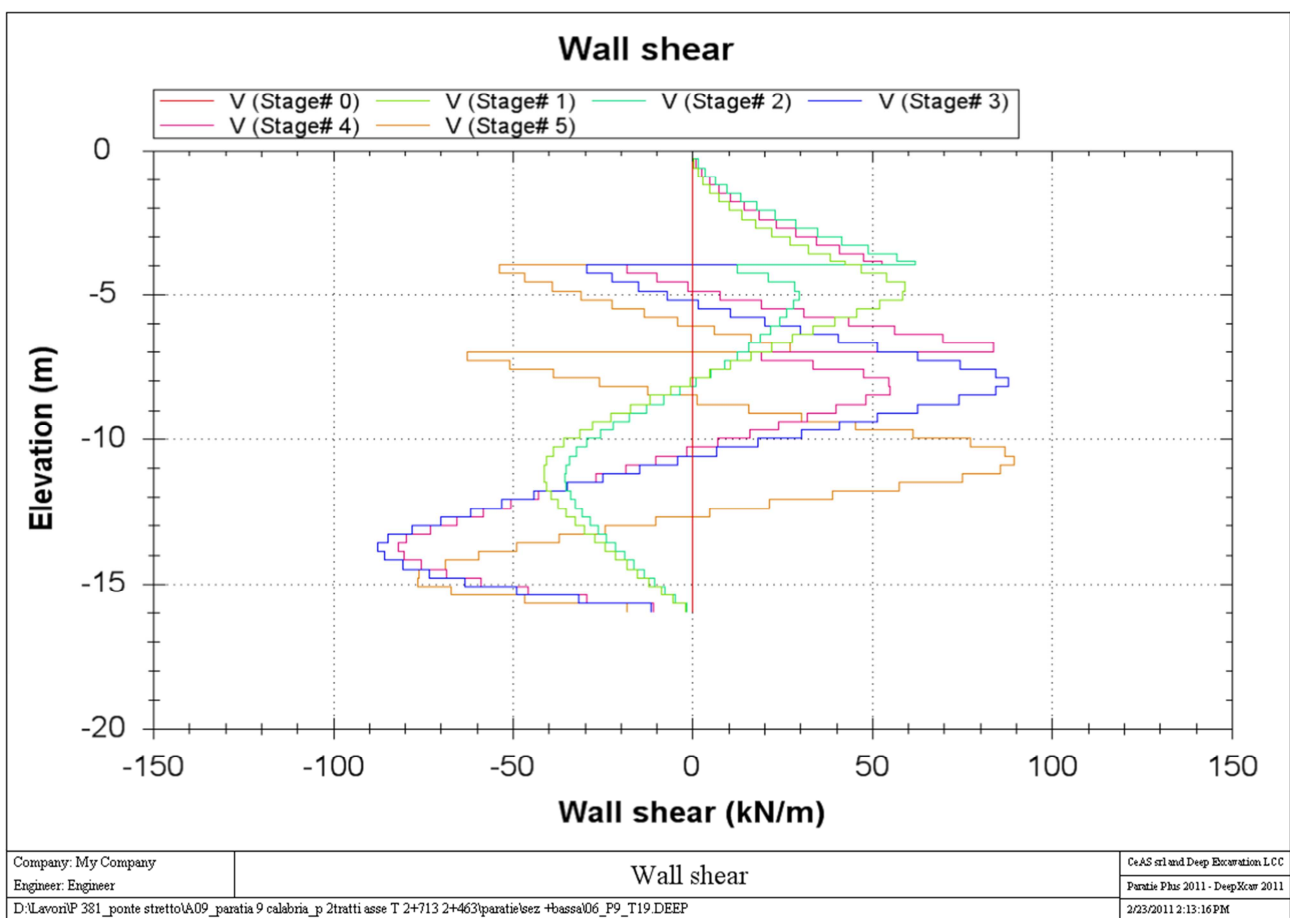




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <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						

#### 10.4.2.2 Diagrammi dell'azione tagliante

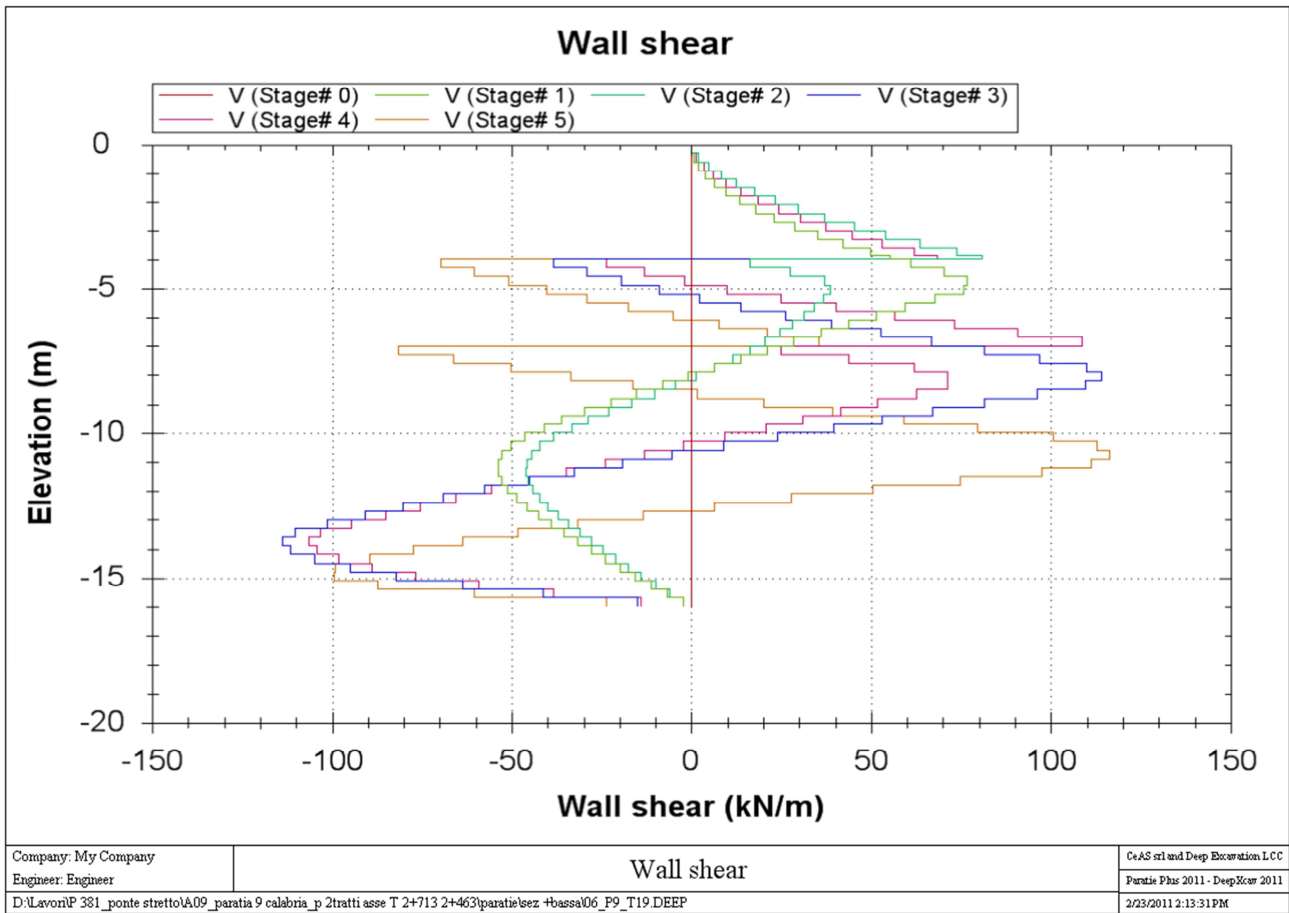
Di seguito si riportano i diagrammi dell'azione tagliante nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.



#### SLE



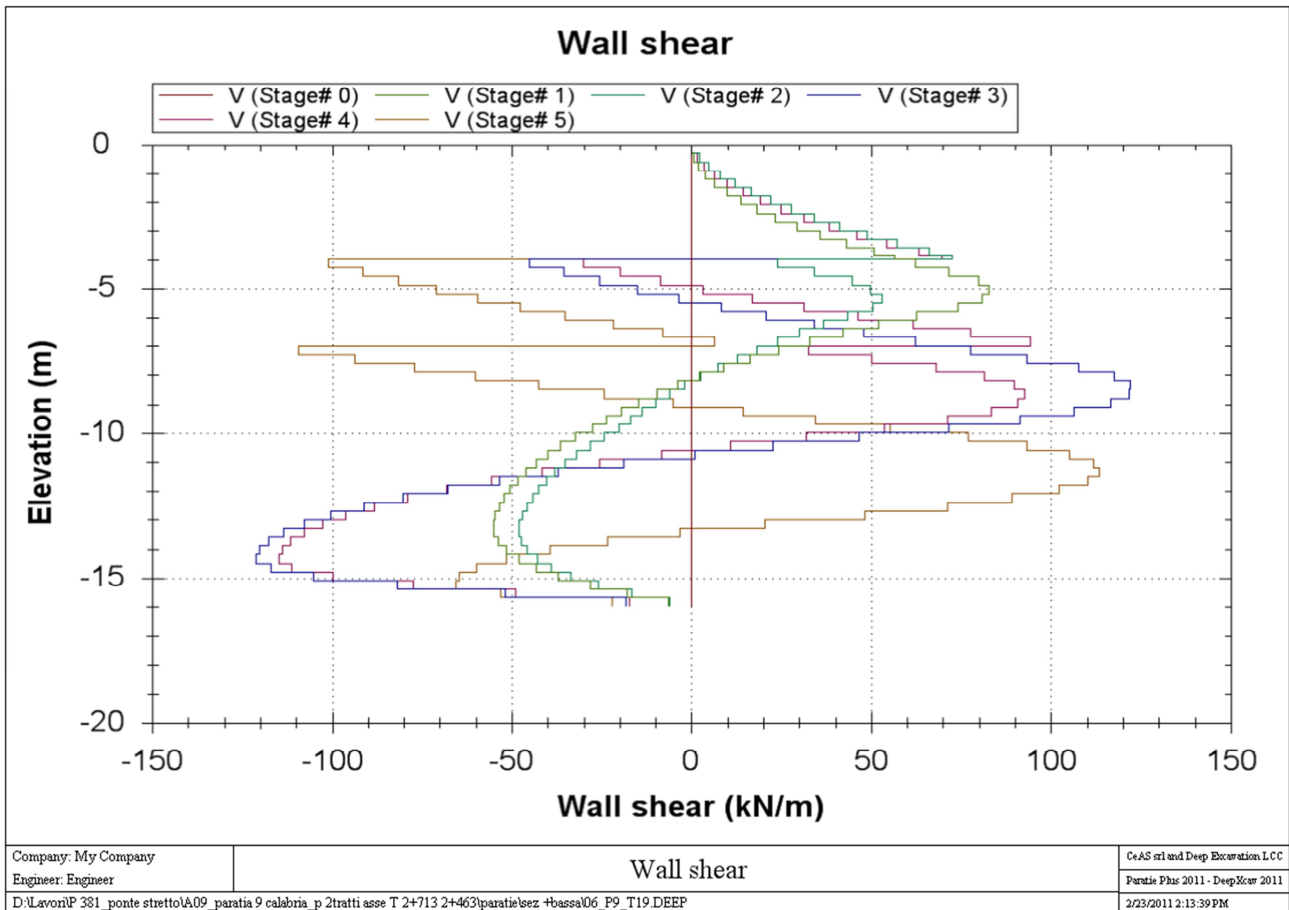
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011



Comb1 (A1+M1+R1)



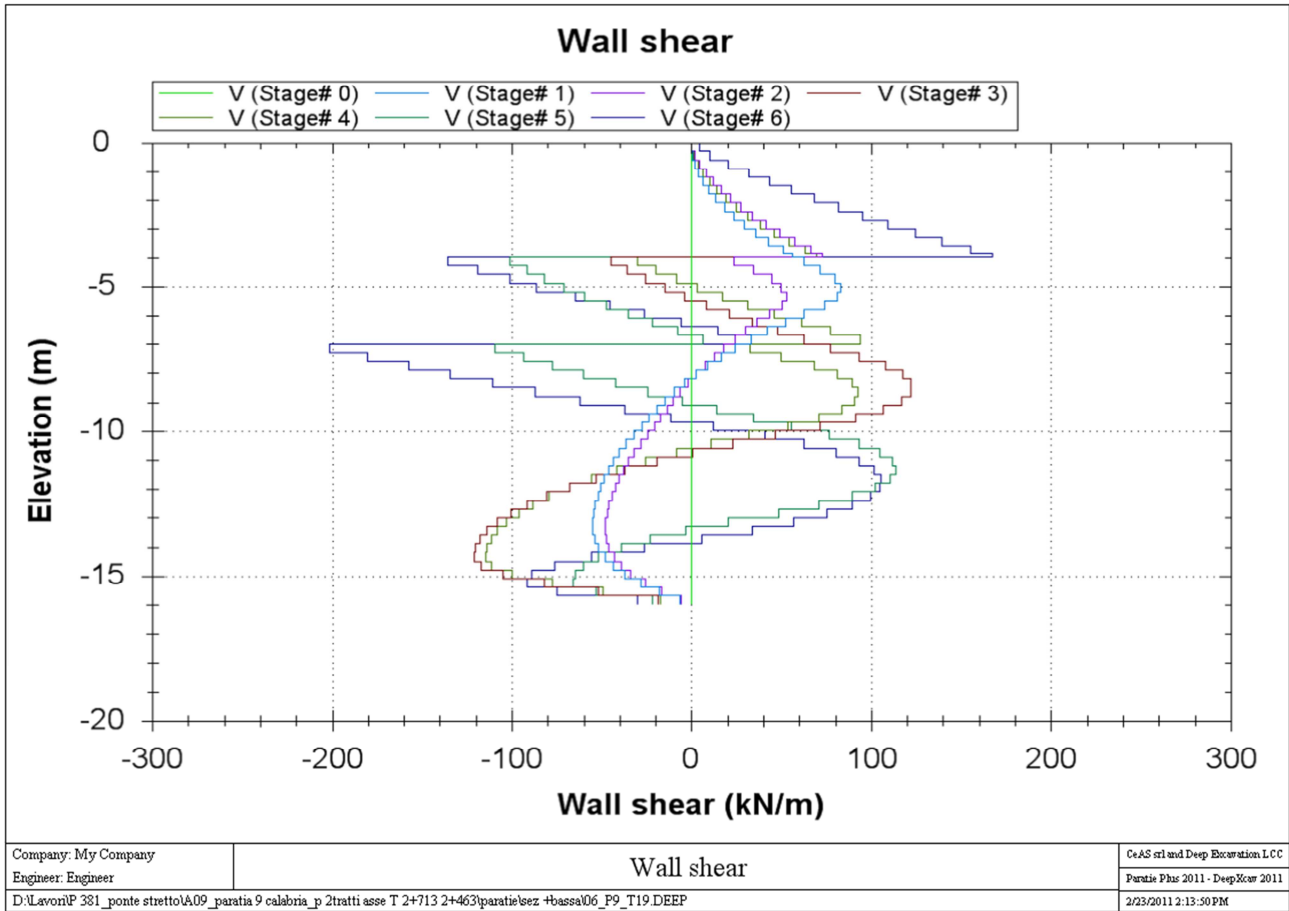
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Comb2 (A2+M2+R1)





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

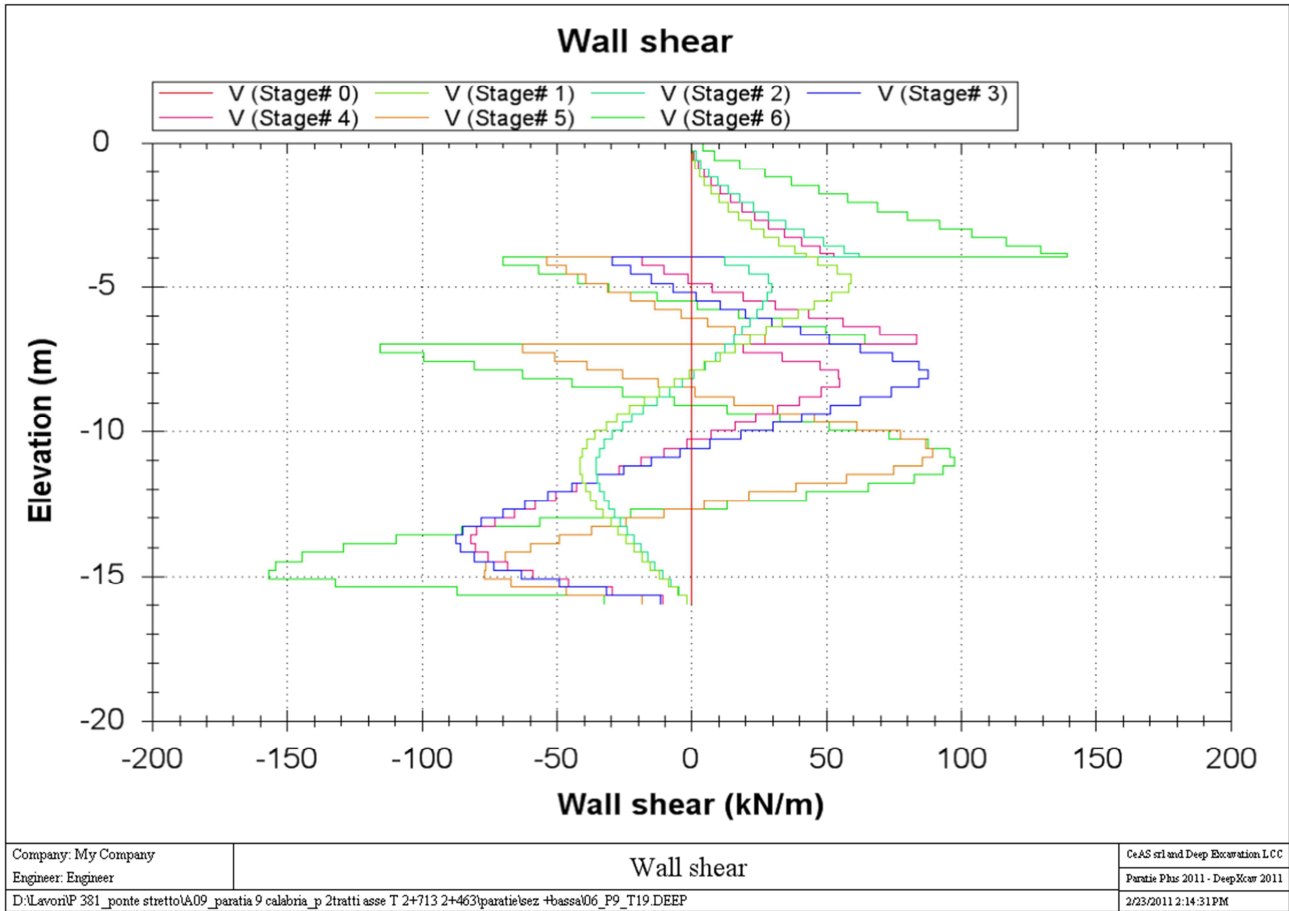
Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)







		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: left;">Rev</th> <th style="text-align: left;">Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)

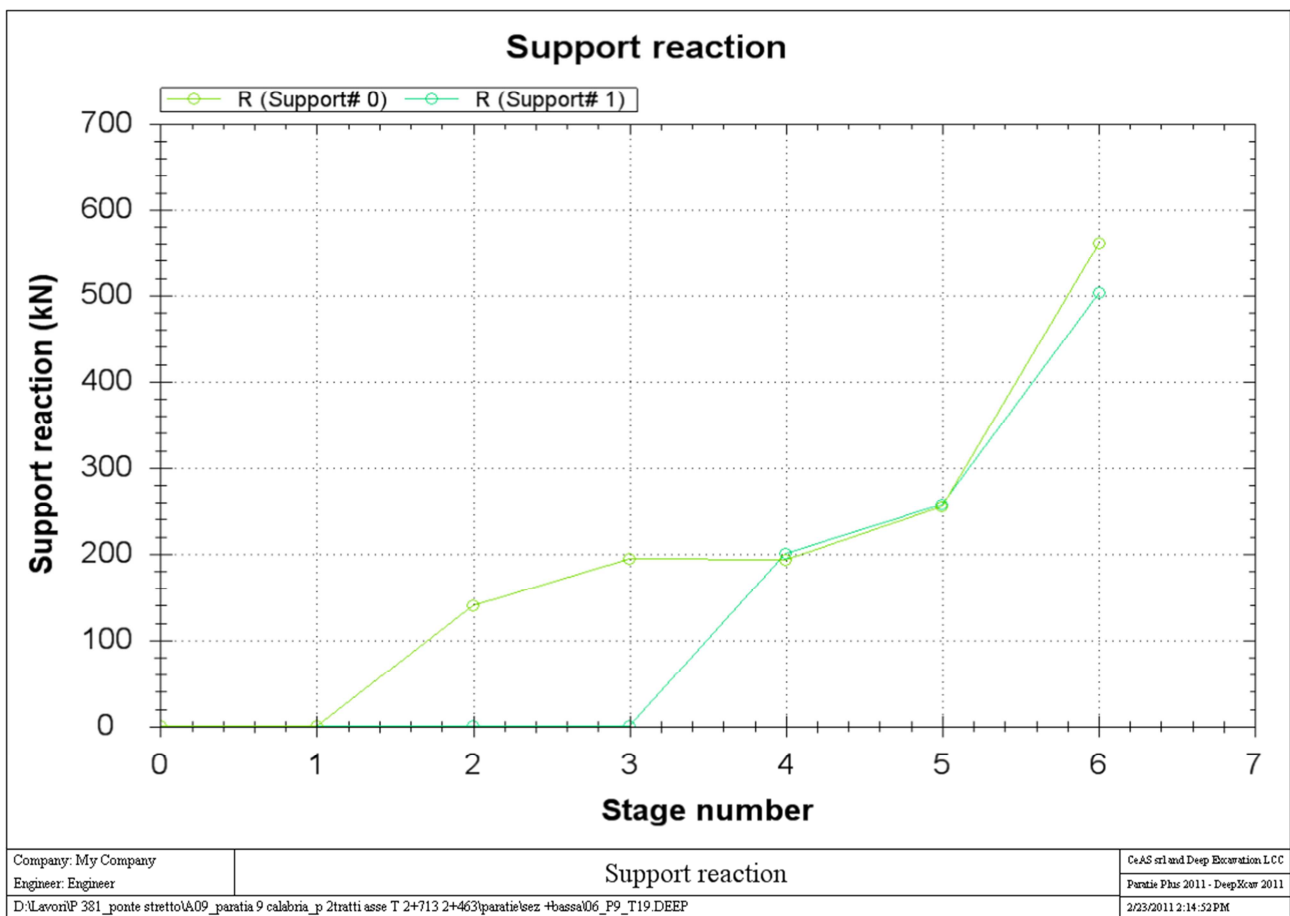




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

### 10.4.2.3 Storia di carico dei tiranti

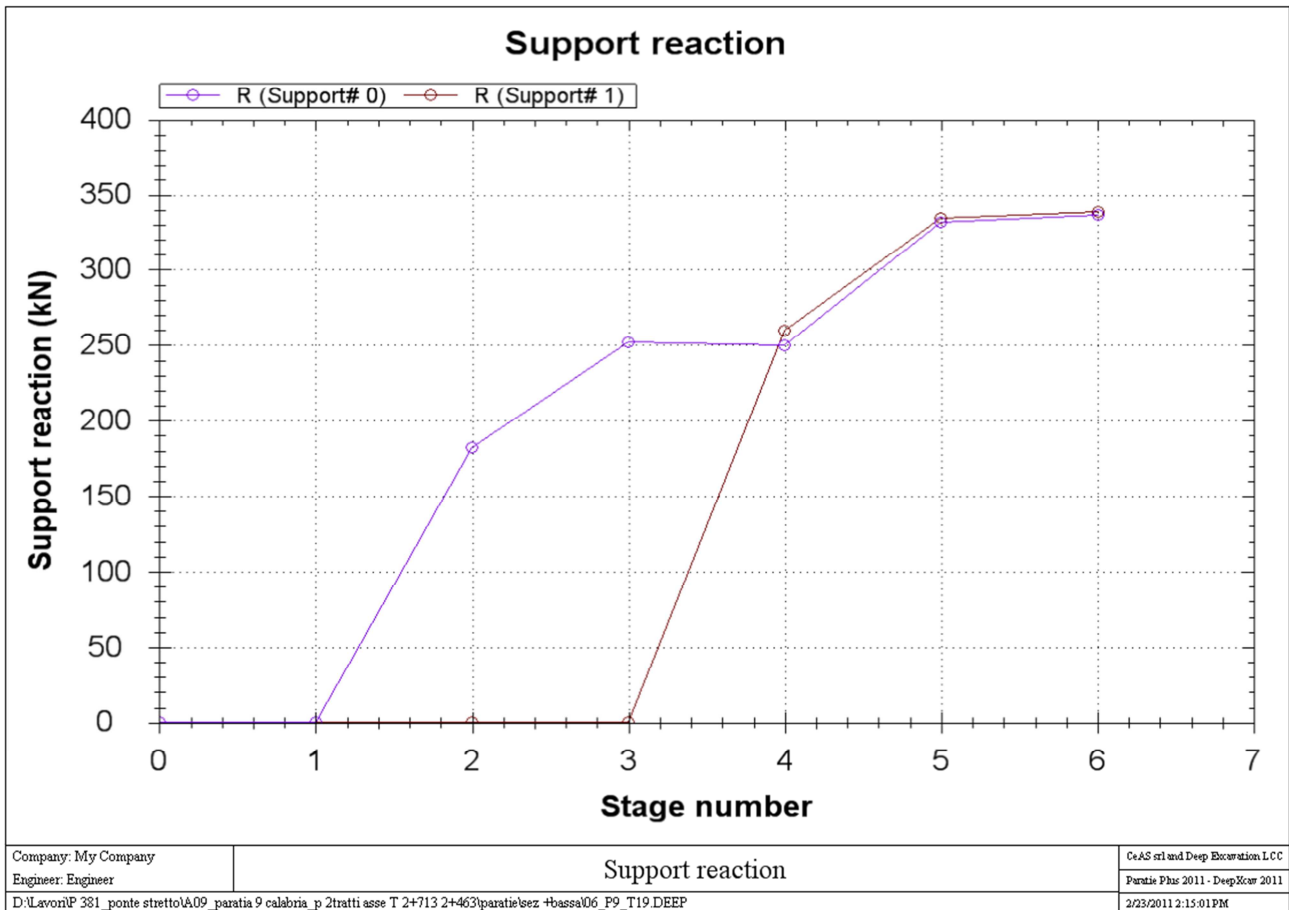
Di seguito si riporta la storia di carico dei tiranti nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.



#### SLE



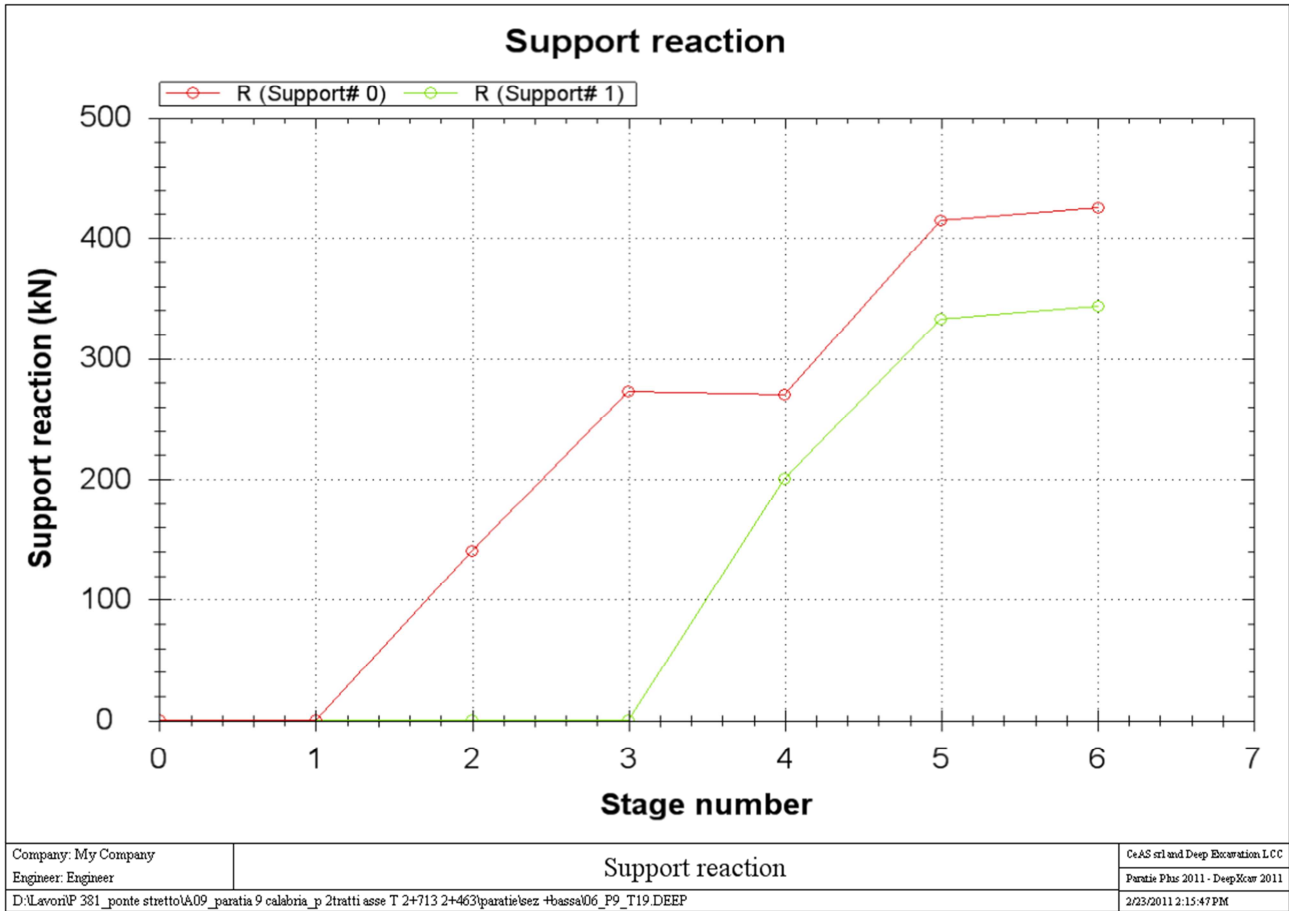
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb1 (A1+M1+R1)



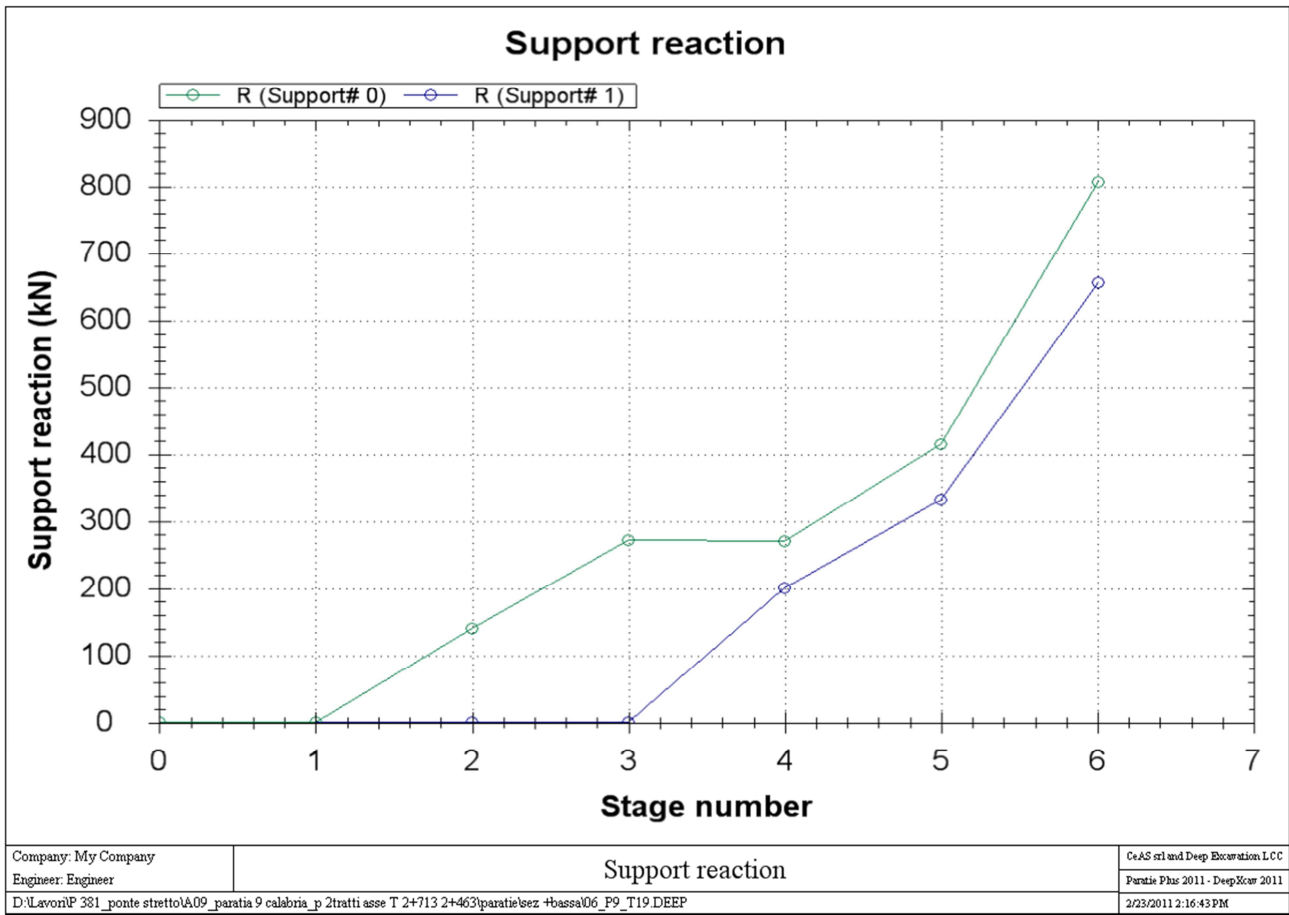
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb2 (A2+M2+R1)



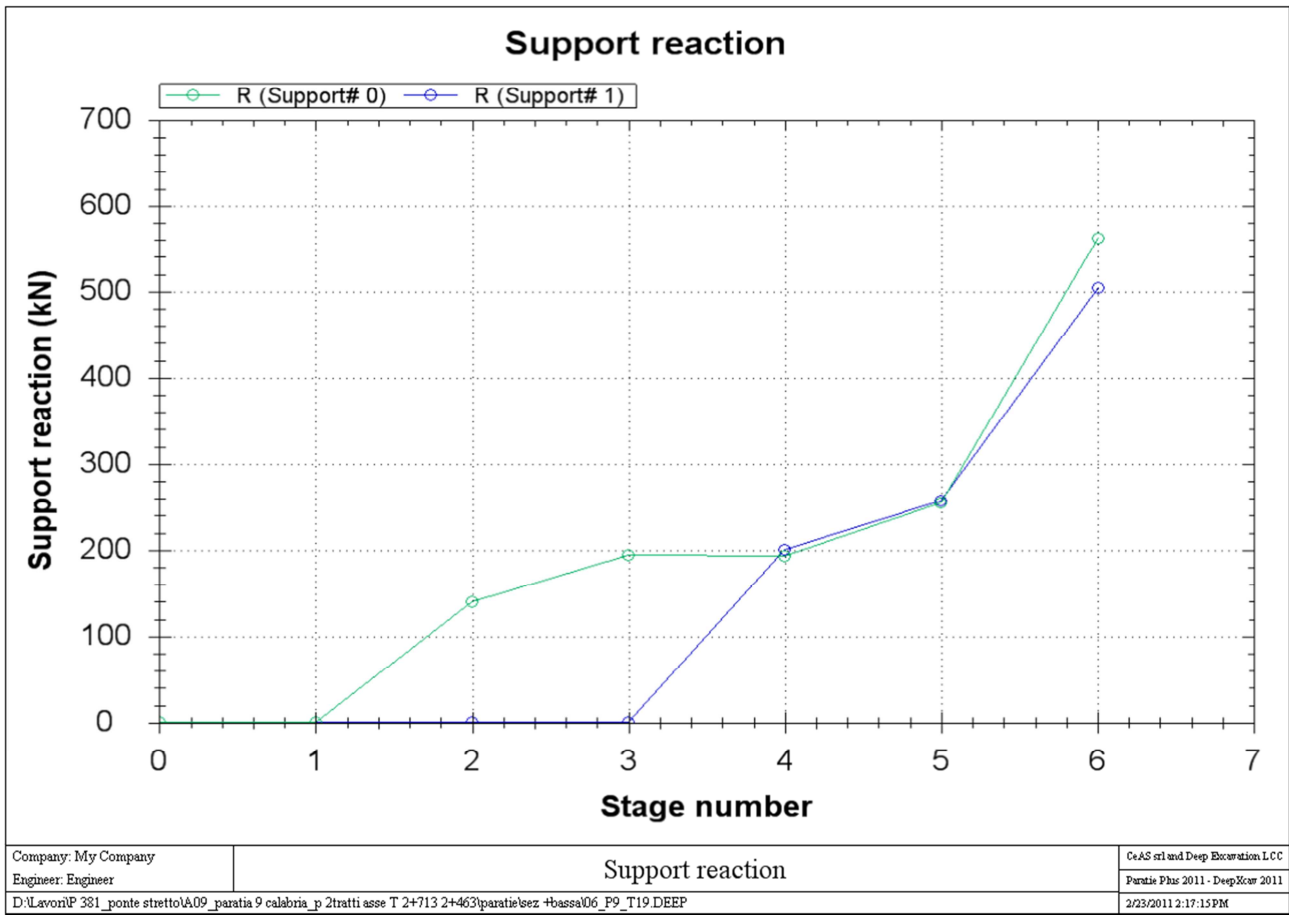
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1"> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						



Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

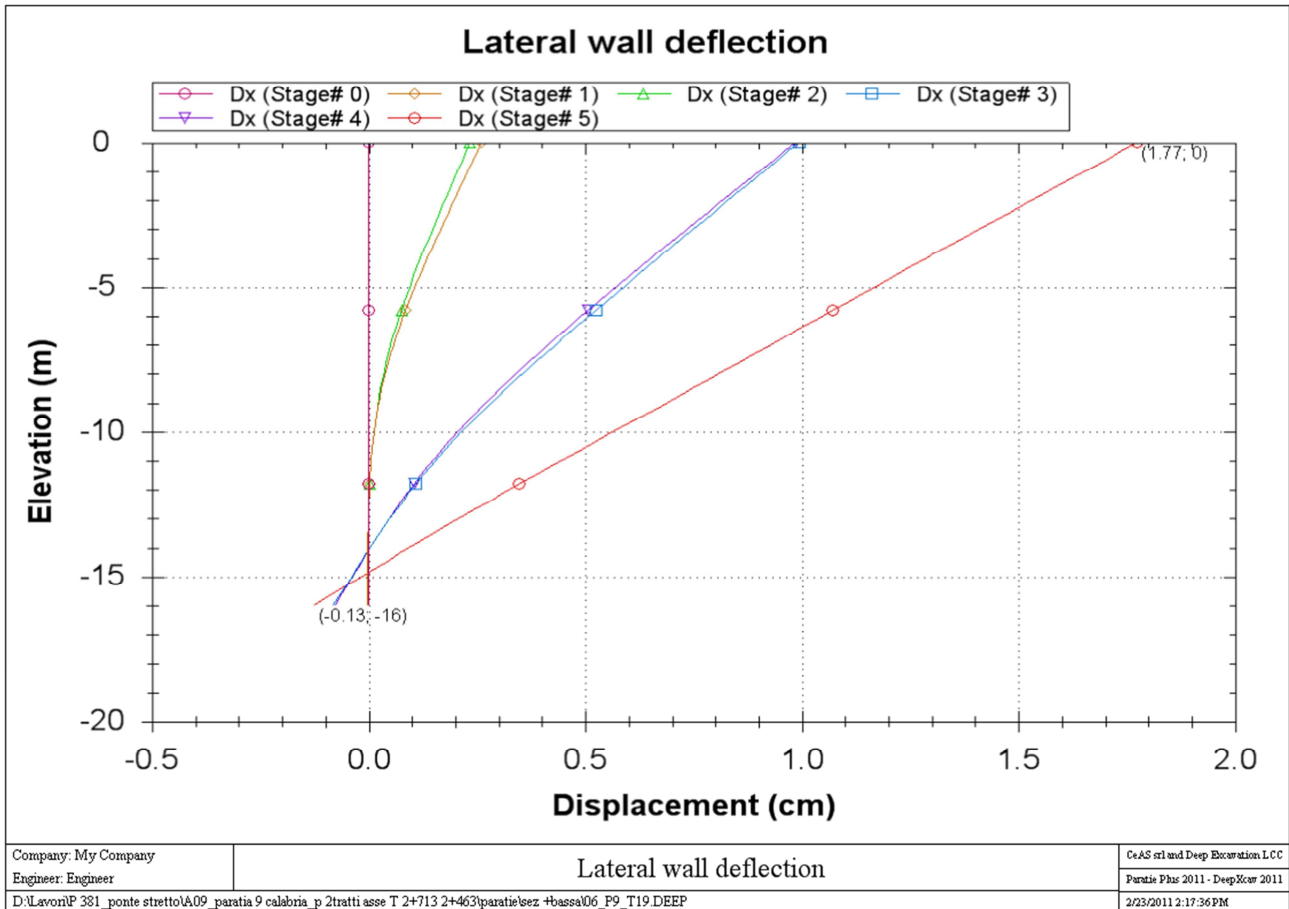
Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: left;">Rev</th> <th style="text-align: left;">Data</th> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

#### 10.4.2.4 Diagrammi delle deformazioni

Di seguito si riportano i diagrammi delle deformazioni allo S.L.E. per metro lineare di paratia.



Il valore massimo di spostamento pari a circa 1.77cm è ritenuto ammissibile per l'opera in progetto e per la tipologia di terreno presente in sito.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 VERIFICHE

### 11.1 Verifiche dei diaframmi

Le verifiche vengono effettuate agli stati limite ultimi confrontando le sollecitazioni massime fornite dal programma, nello stage più sfavorevole, con il dominio di progetto dei diaframmi.

#### 11.1.1 Verifiche allo SLU - Flessione

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

#### 11.1.2 Verifiche allo SLU - Taglio

Si esegue dapprima la verifica degli *elementi senza armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008 al punto 4.1.2.1.3.1.

Indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU (corrispondente alla massima sollecitazione a taglio di progetto), si verifica controllando che risulti:

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

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad \rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$$

dove:

$d$  | altezza utile della sezione espressa in mm  
 $b_w$  | larghezza minima della sezione espressa in mm

Qualora la verifica non andasse a buon fine è necessario ricorrere ad *elementi provvisti di armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto al punto 4.1.2.1.3.2 del già citato D.M.

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

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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

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

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) \cdot 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$$

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

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

In presenza di significativo sforzo assiale, come ad esempio nel caso della precompressione, è necessario considerare un'ulteriore limitazione relativa all'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:

$$\cot \vartheta_1 \leq \cot \vartheta$$

in cui:

$\vartheta_1$	angolo di inclinazione della prima fessurazione ricavato come $\cot \vartheta_1 = \tau / \sigma_1$
$\tau$	tensione tangenziale sulla corda baricentrica della sezione interamente reagente
$\sigma_1$	tensione principale di trazione sulla corda baricentrica della sezione interamente reagente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.1.3 Verifiche allo SLE

Le analisi allo stato limite di esercizio si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai limiti di normativa (punto 4.1.2.2.5 del D.M. 14/01/2008).

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

### 11.1.4 Verifiche a fessurazione

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

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento CS0652_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

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

Tabella 15: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

Si considerano i seguenti valori limite di apertura delle fessure:

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

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

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione	Armatura poco sensibile	
			Stato Limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie (XC2)	Frequente	Apertura fessure	$\leq w_3 = 0.4$ mm
		Quasi permanente	Apertura fessure	$\leq w_2 = 0.2$ mm

Tabella 16: Apertura delle fessure considerata nel calcolo.

Il calcolo è condotto attraverso i seguenti passaggi:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.2 Verifiche dei tiranti

I bulbi dei tiranti previsti dalla presente relazione saranno di tipo IRS con una valvola per ogni metro di lunghezza di fondazione. A causa del carattere permanente dei tiranti occorre provvedere ad una tripla protezione, del bulbo e della parte libera; il tratto libero dovrà essere protetto da uyna guaina, il tratto di fondazione dovrà avere una guaina corrugata e i trefoli dovranno essere interamente viplati.

### 11.2.1 Verifiche allo SLU

La sollecitazione di progetto  $T_{Ed}$  presente nei tiranti è stata assunta pari alla massima uscente dalle analisi, nella combinazione più sfavorevole tra la Comb1, Comb2 e Comb SISM.

La resistenza di progetto, viceversa, è pari a:

$$T_{Rd} = \frac{n_{tref}^{\circ} \cdot A_{tref} \cdot f_{p(1)k}}{\gamma_s} = \frac{n_{tref}^{\circ} \cdot 139 \cdot 1670}{1.15} = 201.85 \cdot n_{tref}^{\circ} [kN]$$

dove  $A_{tref}$  = Area del trefolo;

$\gamma_s$  = Fattore di sicurezza sull'acciaio;

$f_{p(1)k}$  = Resistenza a snervamento del trefolo.



### 11.2.2 Verifiche allo SLE

La verifica allo S.L.E. è atta a verificare che il tiro presente nei tiranti in esercizio sia inferiore al tiro ammissibile, pari a:

$$T_{ammissibile} = \min(0.85 \cdot f_{p(1)k} \cdot 0.9 ; 0.6 \cdot f_{ptk} \cdot 0.9) \cdot A_{tref} \cdot n_{tref} = 139.55 \cdot n_{tref}$$

### 11.2.3 Calcolo lunghezza libera

La lunghezza libera dei tiranti viene calcolata in fase statica imponendo che l'ancoraggio possa sviluppare interamente la spinta attiva, vale a dire che l'ancoraggio deve essere posizionato al di fuori della linea ideale di spinta dal fondo della paratia inclinata di  $45^{\circ} + \varphi/2$  sull'orizzontale (cioè esternamente al cuneo ideale di spinta). L'affondamento del tirante è stato prudenzialmente

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

aumentato di 0.2 volte l'altezza di scavo rispetto a quello calcolato geometricamente, come suggeriscono numerose raccomandazioni disponibili in bibliografia.

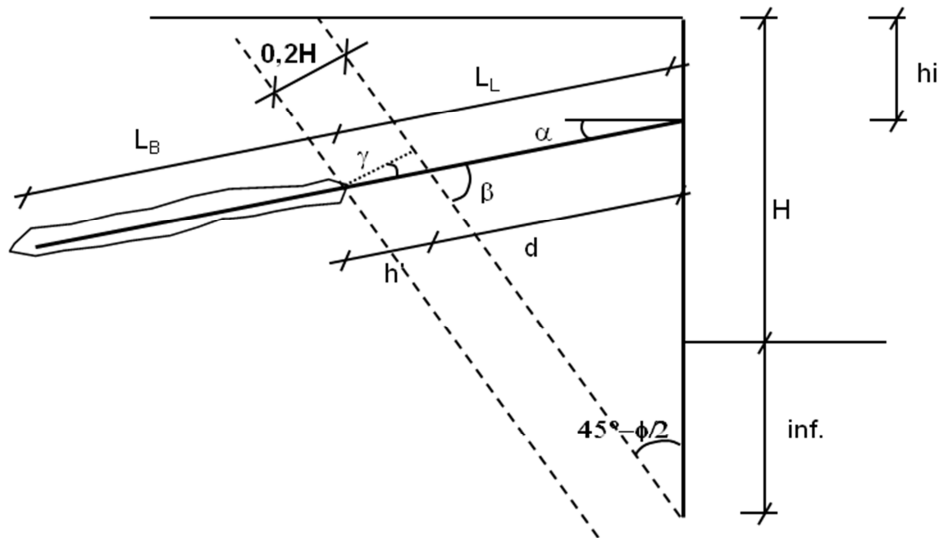


Figura 4: Schema di calcolo della lunghezza libera dei tiranti.

Con riferimento alla simbologia rappresentata in figura, la lunghezza libera dei tiranti è pari a:

$$L_{lib-stat} = d + h' = (H + inf - h_i) \cdot \frac{\text{sen}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}{\text{sen}\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)} + \frac{0.2 \cdot H}{\text{sen}\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)}$$

dove:



$\alpha$  = inclinazione del tirante sull'orizzontale, pari a 10-20°;

H = altezza della scavo, pari a 13m;

$h_i$  = quota del tirante rispetto alla testa della paratia, pari a -4, -7.5 e 10.5, dalla testa-paratia;

$\varphi$  = angolo d'attrito dei livelli in sito, assunto pari a 38°.

La normativa prevede un allungamento della lunghezza libera dei tiranti rispetto alla lunghezza calcolata in fase statica in funzione della sismicità ed in particolare dell'accelerazione sismica di progetto  $a_{max}$ . La seguente relazione è stata adottata per il calcolo della minima lunghezza libera

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dei tiranti, tenendo conto anche della fase sismica.

$$L_{\text{lib-sism}} = L_{\text{lib-stat}} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{a_{\text{max}}}{g}\right)$$

La lunghezza così calcolata è stata aumentata dello spessore dei diaframmi ed arrotondata per eccesso.

#### 11.2.4 Calcolo lunghezza di fondazione

Il dimensionamento dei bulbi di fondazione è condotto nell'ottica dell'approccio A1+M1+R3. In particolare si verifica che il tiro di progetto  $T_{Ed}$  sia inferiore della resistenza di progetto del bulbo di ancoraggio ( $R_{ad}$ ) e che siano rispettate le gerarchie. Deve cioè essere verificato che la resistenza caratteristica al limite di snervamento ( $F_{yk}$ ) di ciascun tirante sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione ( $R_{ak}$ ).

Riassumendo si deve verificare che siano soddisfatte entrambe le disuguaglianze seguenti:

$$\begin{aligned} 1\_ & T_{Ed} < R_{ad} \\ 2\_ & R_{ak} < F_{yk} \end{aligned}$$

dove:

$$R_{ak} = \pi \cdot \varnothing_{\text{perf}} \cdot L_{\text{fond}} \cdot \tau_{ak} \cdot \alpha$$

$$R_{ad} = \frac{R_{ak}}{\gamma_{Ra}}$$

$$F_{yk} = n_{\text{tref}}^{\circ} \cdot A_{\text{tref}} \cdot f_{p(1)k} = n_{\text{tref}}^{\circ} \cdot 139 \cdot 1670 = 232.13 \cdot n_{\text{tref}} [kN]$$

Il diametro di perforazione teorico  $\varnothing_{\text{perf}}$  è deducibile dalla seguente tabella, in funzione del numero di trefoli dei tiranti:

n° trefoli	1	2	3	4	5	6	7
$\varnothing_{\text{perf}}$ (cm)	10	12	12	14	14	16	16

Tabella 17: Diametro di perforazione dei tiranti in funzione del numero di trefoli.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il fattore  $\alpha$ , funzione del terreno e delle modalità esecutive del bulbo di ancoraggio, è stato assunto pari a 1.5.

Non avendo a disposizione risultati di prove eseguite in sito, come le prove penetrometriche dinamiche, l'aderenza bulbo-terreno limite  $\tau_{a,c}$  è stata valutata esaminando i dati ritrovati in letteratura, tenendo conto che il terreno in sito è prettamente granulare. Per terreni tipo: sabbia medio fine compatta la tensione tangenziale limite di aderenza malta-terreno varia da 0.2MPa a 0.6MPa. Nel caso in oggetto è stato considerato cautelativamente  $\tau_{a,c} = 250-300kPa$ , rispettivamente come valore minimo e medio.

Tali valori sono stati fattorizzati in funzione del numero di verticali indagate, mediante i coefficienti  $\xi_3$  e  $\xi_4$  riportati nella tabella 6.6.III delle N.T.C. 2008:

numero profili di indagine	2
$\xi_{a3}$	1.75
$\xi_{a4}$	1.7

*Tabella 18:* Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche.

In definitiva, la resistenza caratteristica di attrito terreno-bulbo è fornita dalla seguente relazione:

$$\tau_{ak} = \min\left(\frac{\tau_{a,c\text{-medio}}}{\xi_3}; \frac{\tau_{a,c\text{-min}}}{\xi_4}\right) = \min\left(\frac{300kPa}{1.75}; \frac{250kPa}{1.7}\right) = 150kPa$$

Il coefficiente sulle resistenze  $\gamma_{Ra}$ , come descritto nel capitolo 7, è pari a 1.1 e 1.2, rispettivamente per i tiranti provvisori e per i tiranti permanenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.3 Verifiche Sezione S1 - Diaframmi

Nella seguente tabella si riportano le sollecitazioni massime di progetto per metro di paratia fuori piano e di ciascun diaframma.

Combinazione	M	V	M <sub>d</sub>	V <sub>d</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm]	[kN]
SLE	665,00	180,00	1662,50	450,00
Comb 1	864,00	234,00	2160,00	585,00
Comb 2	901,00	228,00	2252,50	570,00
Comb SISM STR	918,00	252,00	2295,00	630,00
Comb SISM GEO	1115,00	266,00	2787,50	665,00

Tabella 19: Sollecitazioni massime nel diaframmi – Sezione S1.

#### 11.3.1 Verifiche allo SLU - Flessione

Si considera un'armatura doppia simmetrica costituita da barre  $\Phi 24$  disposte su due strati (uno in zona tesa e uno in zona compressa) comprendenti 24 barre ognuno, copriferro 8cm. Di seguito si riporta la verifica eseguita con il programma STS.

##### METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 250,0  
 h2 120,0 b3 250,0

Descrizione dell'armatura normale

24  $\varnothing 24$  mm posizionati a 112,0 cm da intradosso  
 24  $\varnothing 24$  mm posizionati a 8,0 cm da intradosso

Area armatura normale =21714,7 (mm<sup>2</sup>) a 60,0 cm da intrad.

Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

Modulo Elastico acciaio normale = 210000,0 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Modulo Elastico calcestruzzo = 31176,9 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Resistenza cubica del calcestruzzo: R<sub>ck</sub> = 30,00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Resistenza cubica iniziale (alla tesatura): R<sub>ckj</sub> = 45,00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Soglia di snervamento acciaio normale: F<sub>yk</sub> = 440,00 (N/mm<sup>2</sup>)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

#### Ipotesi di calcolo

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

#### Resistenze di progetto

Calcestruzzo = 14,11 (N/mm<sup>2</sup>)  
Acciaio normale = 382,61 (N/mm<sup>2</sup>)

#### Convenzioni di segno

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

#### Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 2788,0$  (KN.m)  
Sforzo di Progetto  $N_d = 0,0$  (KN)

Distanza asse neutro da lembo compresso = 16,6 (cm)  
Momento di Rottura  $M_r = 4374,2$  (KN.m)  
Sforzo di Rottura  $N_r = 9,8$  (KN)  
Rottura nel Dominio 2  
Rapporto  $M_r/M_d = 1,569$

### 11.3.2 Verifiche allo SLU – Taglio

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

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd} = 14,17$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd} = 391,30$ N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed} = 665,00$ kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed}) = 0,00$ kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed}) = 2788,00$ kNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione		<b>d</b>	=	<b>1110</b>	mm
Larghezza minima della sezione		<b>b<sub>w</sub></b>	=	<b>2500</b>	mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali		$\varnothing$	=	<b>24</b>	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati		<b>n</b>	=	<b>24</b>	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa		<b>A<sub>sl</sub></b>	=	<b>10848</b>	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )		$\rho_l$	=	<b>0,0039</b>	--

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )		<b>k</b>	=	<b>1,42</b>	--
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls		<b>v<sub>min</sub></b>	=	<b>0,30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )		<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	=	<b>0,00</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima		<b>V<sub>Rd,min</sub></b>	=	<b>825,63</b>	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>		<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>1014,16</b>	kN

**VERIFICA SODDISFATTA:**

**non occorre armatura trasversale resistente a taglio.**

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

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento		$\alpha$	=	<b>90</b>	°
Diametro ferri a taglio		$\varnothing_{sw}$	=	<b>12</b>	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale		<b>n<sub>sw</sub></b>	=	<b>6</b>	--
Passo in direzione asse elemento		<b>s</b>	=	<b>200</b>	mm
Area totale di armatura a taglio		<b>A<sub>sw</sub></b>	=	<b>678</b>	mm <sup>2</sup>

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls		$\theta$	=	<b>45</b>	°
Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima		<b>f'<sub>cd</sub></b>	=	<b>7,08</b>	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione		<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	=	<b>0,00</b>	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo per membrature compresse		$\alpha_c$	=	<b>1,00</b>	--

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura		<b>V<sub>Rsd</sub></b>	=	<b>1325,20</b>	kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls		<b>V<sub>Rcd</sub></b>	=	<b>8845,31</b>	kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>		<b>V<sub>Rd</sub></b>	=	<b>1325,20</b>	kN

**VERIFICA SODDISFATTA.**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Affinché la verifica al taglio sia soddisfatta occorre quindi inserire delle staffe  $\phi 12$ , passo 20cm, disposte in modo da presentare 6 bracci/pannello.

### 11.3.3 Verifiche allo SLE

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

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

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 250,0  
 h2 120,0 b3 250,0

Descrizione dell'armatura normale

24  $\phi 24$  mm posizionati a 112,0 cm da intradosso  
 24  $\phi 24$  mm posizionati a 8,0 cm da intradosso

Area armatura normale =21714,7 (mm<sup>2</sup>) a 60,0 cm da intrad.

Convenzioni di segno

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

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Condizione di carico 1

Momento = 1663,0(KN.m)  
 Sforzo normale = 0,0(KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -3,40(N/mm<sup>2</sup>)  
 Trazione massima nell'acciaio = 148,95(N/mm<sup>2</sup>)  
 Distanza asse neutro da lembo compresso = 28,6 (cm)  
 Braccio di leva interno = 102,9 (cm)

### 11.3.4 Verifiche a fessurazione

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

La verifica risulta soddisfatta in quanto l'ampiezza delle fessure è compresa entro i limiti da normativa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 250,0  
 h2 120,0 b3 250,0

Descrizione dell'armatura normale

24 ø24 mm posizionati a 112,0 cm da intradosso  
 24 ø24 mm posizionati a 8,0 cm da intradosso

Area armatura normale =21714,7 (mm<sup>2</sup>) a 60,0 cm da intrad.

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2,5 cm

Copriferro effettivo sezione = 6,8 cm

Interferro = 10,0 cm

Diametro massimo barre = 24,0 (mm)

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

Trazione calcestruzzo di fessurazione ( $f_{ctm}$ ) = 26,0 kg/cm<sup>2</sup>

Momento di prima fessurazione ( $\sigma = 0.7 \cdot 1.2 \cdot f_{ctm}$ ) = 1,631E+03 (KN.m)

Momento di fessurazione ( $\sigma = f_{ctm}$ ) = 1,941E+03 (KN.m)

Stadio non fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza asse neutro da lembo teso = 60,0 cm

Altezza del tirante ideale = 24,8 cm

Densità d'armatura del tirante ideale = 1,751 %

Stadio fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza media fra due fessure attigue  $S_m = 26,5$  cm

Momento di fessurazione; Trazione acciaio = 173,9 (N/mm<sup>2</sup>)

Coeff.  $K_3$  ( $= [0.25 \cdot (\sigma_1 + \sigma_2) / (2 \cdot \sigma_1)]$ ) = 0,198

Trazione nell'acciaio per il calcolo della fessura = 148,95 (N/mm<sup>2</sup>)

Ampiezza della fessura ( $w = 1.7 \cdot S_m \cdot \sigma_{sm} / E_s$ ) = 0,0851 - 0,0851 mm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.4 Verifiche Sezione S2 - Diaframmi

Nella seguente tabella si riportano le sollecitazioni massime di progetto per metro di paratia fuori piano e di ciascun diaframma.

Combinazione	M	V	M <sub>d</sub>	V <sub>d</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm]	[kN]
SLE	286	90	715,00	225,00
Comb 1	371,00	117,00	927,50	292,50
Comb 2	421,00	114,00	1052,50	285,00
Comb SISM STR	421,00	202,00	1052,50	505,00
Comb SISM GEO	333,00	157,00	832,50	392,50

Tabella 20: Sollecitazioni massime nel diaframmi – Sezione S1.

### 11.4.1 Verifiche allo SLU - Flessione

Si considera un'armatura doppia simmetrica costituita da barre  $\Phi 22$  disposte su due strati (uno in zona tesa e uno in zona compressa) comprendenti 10 barre ognuno, copriferro 8cm. Di seguito si riporta la verifica eseguita con il programma STS.

#### METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 250,0  
 h2 120,0 b3 250,0

Descrizione dell'armatura normale

10  $\varnothing 22$  mm posizionati a 112,0 cm da intradosso  
 10  $\varnothing 22$  mm posizionati a 8,0 cm da intradosso

Area armatura normale = 7602,7 (mm<sup>2</sup>) a 60,0 cm da intrad.

Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

Modulo Elastico acciaio normale = 210000,0 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Modulo Elastico calcestruzzo = 31176,9 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Resistenza cubica del calcestruzzo: R<sub>ck</sub> = 30,00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Resistenza cubica iniziale (alla tesatura): R<sub>ckj</sub> = 45,00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Soglia di snervamento acciaio normale: F<sub>yk</sub> = 440,00 (N/mm<sup>2</sup>)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

#### Ipotesi di calcolo

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

#### Resistenze di progetto

Calcestruzzo = 14,11 (N/mm<sup>2</sup>)  
Acciaio normale = 382,61 (N/mm<sup>2</sup>)

#### Convenzioni di segno

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

#### Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 1053,0$  (KN.m)  
Sforzo di Progetto  $N_d = 0,0$  (KN)

Distanza asse neutro da lembo compresso = 11,2 (cm)  
Momento di Rottura  $M_r = 1568,0$  (KN.m)  
Sforzo di Rottura  $N_r = -3,7$  (KN)  
Rottura nel Dominio 2  
Rapporto  $M_r/M_d = 1,489$

### 11.4.2 Verifiche allo SLU – Taglio

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

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls		$R_{ck}$	=	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls		$f_{ck}$	=	<b>25</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls		$f_{cd}$	=	14,17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio		$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

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

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente		$V_{Ed}$	=	<b>505,00</b>	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$		$N(V_{Ed})$	=	<b>0,00</b>	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$		$M(V_{Ed})$	=	<b>1052,00</b>	kNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	<b>d = 1110 mm</b>
Larghezza minima della sezione	<b>b<sub>w</sub> = 2500 mm</b>

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	<b>∅ = 22 mm</b>
Numero tondini longitudinali utilizzati	<b>n = 10 --</b>
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	<b>A<sub>sl</sub> = 3140 mm<sup>2</sup></b>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale (≤ 0.02)	<b>ρ<sub>l</sub> = 0,0011 --</b>

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

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione (≤ 2)	<b>k = 1,42 --</b>
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls	<b>v<sub>min</sub> = 0,30 N/mm<sup>2</sup></b>
Tensione media di compressione nella sezione (≤ 0.2×f <sub>cd</sub> )	<b>σ<sub>cp</sub> = 0,00 N/mm<sup>2</sup></b>
Resistenza ultima a taglio minima	<b>V<sub>Rd,min</sub> = 825,63 kN</b>
<b>Resistenza ultima a taglio (V<sub>Rd</sub> ≥ V<sub>Rd,min</sub>)</b>	<b>V<sub>Rd</sub> = 825,63 kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**

**non occorre armatura trasversale resistente a taglio.**

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

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	<b>α = 90 °</b>
Diametro ferri a taglio	<b>∅<sub>sw</sub> = 12 mm</b>
Numero dei bracci in sezione trasversale	<b>n<sub>sw</sub> = 6 --</b>
Passo in direzione asse elemento	<b>s = 300 mm</b>
Area totale di armatura a taglio	<b>A<sub>sw</sub> = 678 mm<sup>2</sup></b>

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls	<b>θ = 45 °</b>
Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima	<b>f'<sub>cd</sub> = 7,08 N/mm<sup>2</sup></b>
Tensione media di compressione nella sezione	<b>σ<sub>cp</sub> = 0,00 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente maggiorativo per membrature compresse	<b>α<sub>c</sub> = 1,00 --</b>

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura	<b>V<sub>Rsd</sub> = 883,46 kN</b>
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls	<b>V<sub>Rcd</sub> = 8845,31 kN</b>
<b>Resistenza ultima a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub> = 883,46 kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA.**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Affinché la verifica al taglio sia soddisfatta occorre quindi inserire delle staffe  $\phi 12$ , passo 20cm, disposte in modo da presentare 6 bracci/pannello.

### 11.4.3 Verifiche allo SLE

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

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

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 250,0  
 h2 120,0 b3 250,0

Descrizione dell'armatura normale

10  $\phi 22$  mm posizionati a 112,0 cm da intradosso  
 10  $\phi 22$  mm posizionati a 8,0 cm da intradosso

Area armatura normale = 7602,7 (mm<sup>2</sup>) a 60,0 cm da intrad.

Convenzioni di segno

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

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Condizione di carico 1

Momento = 715,0(KN.m)  
 Sforzo normale = 0,0(KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -2,47(N/mm<sup>2</sup>)  
 Trazione massima nell'acciaio = 178,48(N/mm<sup>2</sup>)  
 Distanza asse neutro da lembo compresso = 19,3 (cm)  
 Braccio di leva interno = 105,4 (cm)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

#### 11.4.4 Verifiche a fessurazione

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

##### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

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

b1 250,0  
h2 120,0 b3 250,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø22 mm posizionati a 112,0 cm da intradosso  
10 ø22 mm posizionati a 8,0 cm da intradosso

Area armatura normale = 7602,7 (mm<sup>2</sup>) a 60,0 cm da intrad.

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2,5 cm

Copriferro effettivo sezione = 6,9 cm

Interferro = 20,0 cm

Diametro massimo barre = 22,0 (mm)

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

Trazione calcestruzzo di fessurazione ( $f_{ctm}$ ) = 26,0 kg/cm<sup>2</sup>

Momento di prima fessurazione ( $\sigma = 0.7 \cdot 1.2 \cdot f_{ctm}$ ) = 1,422E+03 (KN.m)

Momento di fessurazione ( $\sigma = f_{ctm}$ ) = 1,693E+03 (KN.m)

Stadio non fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza asse neutro da lembo teso = 60,0 cm

Altezza del tirante ideale = 23,4 cm

Densità d'armatura del tirante ideale = 0,650 %

Stadio fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza media fra due fessure attigue  $S_m = 45,1$  cm

Momento di fessurazione; Trazione acciaio = 422,6 (N/mm<sup>2</sup>)

Coeff.  $K_3$  ( $= [0.25 \cdot (\sigma_1 + \sigma_2) / (2 \cdot \sigma_1)]$ ) = 0,201

Trazione nell'acciaio per il calcolo della fessura = 178,5 (N/mm<sup>2</sup>)

Ampiezza della fessura ( $w = 1.7 \cdot S_m \cdot \sigma_{sm} / E_s$ ) = 0,1736 - 0,1736 mm

La verifica risulta soddisfatta in quanto l'ampiezza delle fessure è compresa entro i limiti da normativa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0

## 11.5 Verifiche Sezione S1 – Tiranti

Nella seguente tabella sono riportati i valori massimi di tiro nei tiranti nelle diverse combinazioni:

ORDINE	Interasse [m]	Tiro nel tirante [kN]				
		SLE	Comb1	Comb2	Comb SISM STR	Comb SISM GEO
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
I	2,5	271,00	352,00	420,00	520,00	735,00
II	2,5	222,00	289,00	330,00	427,00	599,00
III	2,5	100,00	130,00	141,00	267,00	370,00

Tabella 21: Forze massime nei tiranti – Sezione S1.

### 11.5.1 Verifica strutturale dei tiranti allo SLE

Nel caso in esame risulta:

ordine	n° trefoli	$T_{(SLE)}$ [kN]	$T_{amm}$ [kN]	$T_{(SLE)} < T_{amm}$
I	5	271,00	697,75	OK
II	5	222,00	697,75	OK
III	5	100,00	697,75	OK

Tabella 22: Verifiche tiranti SLE – Sezione S1.

La verifica risulta soddisfatta in quanto  $T_{(SLE)} < T_{amm}$  in tutti gli ordini.



### 11.5.2 Verifiche strutturali dei tiranti allo SLU

Nel caso in esame risulta:

ordine	n° trefoli	$T_{Ed}$ [kN]	$T_{Rd}$ [kN]	$T_{Ed} < T_{Rd}$
I	5	735,00	1009,25	OK
II	5	599,00	1009,25	OK
III	5	370,00	1009,25	OK

Tabella 23: Verifiche tiranti SLU – Sezione S1.

La verifica risulta soddisfatta in quanto  $T_{Ed} < T_{Rd}$  in tutti gli ordini.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.5.3 Calcolo lunghezza libera

Relativamente al caso in oggetto, le grandezze fondamentali sono riportate nella seguente tabella:

ordine	$h_{TIRANTE}$	LI statica	LI sismica	L libera
	[m]	[m]	[m]	[m]
I	-4	10,609	16,239	16,5
II	-7	9,241	14,145	14,5
III	-9,5	8,1	12,398	12,5

Tabella 24: Lunghezza libera dei tiranti - Sezione S1.

### 11.5.4 Calcolo lunghezza di fondazione

Nella seguente tabella si riporta per ciascun ordine di tiranti il numero di trefoli, il diametro teorico del bulbo di ancoraggio, la lunghezza del bulbo, il tiro di progetto e le verifiche descritte nei paragrafi precedenti. Il tiro di progetto è assunto pari al maggiore tra il tiro fornito dall'analisi nella combinazione 1 e il tiro di collaudo pari ad 1.2 volte il tiro esercizio.

ordine	n° trefoli	$\Phi_{perf}$	$L_{fond}$ m	Verifica allo sfilamento del bulbo			Verifica delle gerarchie		
				$T_{Ed}$ kN	$R_{ad\ min}$ kN	$T_{Ed} < R_{ad\ min}$ kN	$R_{ak\ min}$ kN	$F_{yk}$ kN	$R_{ak\ min} < F_{yk}$ kN
I	5	140	12	821,5	916,30	ok	1099,56	1160,65	ok
II	5	140	12	742,6	916,30	ok	1099,56	1160,65	ok
III	5	140	12	594,5	916,30	ok	1099,56	1160,65	ok

Tabella 25: Verifica della lunghezza di fondazione dei tiranti - Sezione S1.

Tutte le verifiche risultano soddisfatte. Si osserva inoltre che le verifiche, qui non riportate, sono soddisfatte considerando anche l'aderenza trefoli-malta cementizia.

In fase costruttiva andranno eseguiti opportuni campi prova per le verifiche sulla tenuta dei bulbi di ancoraggio.

Per i dettagli costruttivi si vedano gli elaborati di progetto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0

## 11.6 Verifiche Sezione S2 – Tiranti

Nella seguente tabella sono riportati i valori massimi di tiro nei tiranti nelle diverse combinazioni:

ordine	Interasse [m]	Tiro nel tirante [kN]				
		SLE	Comb1	Comb2	Comb SISM STR	Comb SISM GEO
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
I	2,5	255,00	335,00	414,00	562,00	806,00
II	2,5	257,00	332,00	332,00	504,00	656,00

Tabella 26: Forze massime nei tiranti – Sezione S2.

### 11.6.1 Verifica strutturale dei tiranti allo SLE

Nel caso in esame risulta:

ordine	n° trefoli	$T_{(SLE)}$ [kN]	$T_{amm}$ [kN]	$T_{(SLE)} < T_{amm}$
I	4	255,00	558,20	OK
II	4	257,00	558,20	OK

Tabella 27: Verifiche tiranti SLE – Sezione S2.

La verifica risulta soddisfatta in quanto  $T_{(SLE)} < T_{amm}$  in tutti gli ordini.

### 11.6.2 Verifiche strutturali dei tiranti allo SLU

Nel caso in esame risulta:

ordine	n° trefoli	$T_{Ed}$ [kN]	$T_{Rd}$ [kN]	$T_{Ed} < T_{Rd}$
I	4	806,00	807,40	OK
II	4	656,00	807,40	OK

Tabella 28: Verifiche tiranti SLU – Sezione S2.

La verifica risulta soddisfatta in quanto  $T_{Ed} < T_{Rd}$  in tutti gli ordini.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.6.3 Calcolo lunghezza libera

Relativamente al caso in oggetto, le grandezze fondamentali sono riportate nella seguente tabella:

ordine	$h_{TIRANTE}$	LI statica	LI sismica	L libera
	[m]	[m]	[m]	[m]
I	-4	7,472	11,437	11,5
II	-7	6,104	9,343	9,5

Tabella 29: Lunghezza libera dei tiranti - Sezione S2.

### 11.6.4 Calcolo lunghezza di fondazione

Nella seguente tabella si riporta per ciascun ordine di tiranti il numero di trefoli, il diametro teorico del bulbo di ancoraggio, la lunghezza del bulbo, il tiro di progetto e le verifiche descritte nei paragrafi precedenti. Il tiro di progetto è assunto pari al maggiore tra il tiro fornito dall'analisi nella combinazione 1 e il tiro di collaudo, pari ad 1.2 volte il tiro esercizio.



ordine	n°trefoli	$\Phi_{perf}$	$L_{fond}$ m	Verifica allo sfilamento del bulbo			Verifica delle gerarchie		
				$T_{Ed}$ kN	$R_{ad\ min}$ kN	$T_{Ed} < R_{ad\ min}$ kN	$R_{ak\ min}$ kN	$F_{yk}$ kN	$R_{ak\ min} < F_{yk}$ kN
I	4	140	<b>8,5</b>	<b>553</b>	649,04	<b>ok</b>	778,85	928,52	<b>ok</b>
II	4	140	<b>8,5</b>	<b>498</b>	649,04	<b>ok</b>	778,85	928,52	<b>ok</b>

Tabella 30: Verifica della lunghezza di fondazione dei tiranti - Sezione S1.

Tutte le verifiche risultano soddisfatte. Si osserva inoltre che le verifiche, qui non riportate, sono soddisfatte considerando anche l'aderenza trefoli-malta cementizia.

In fase costruttiva andranno eseguiti opportuni campi prova per le verifiche sulla tenuta dei bulbi di ancoraggio.

Per i dettagli costruttivi si vedano gli elaborati di progetto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

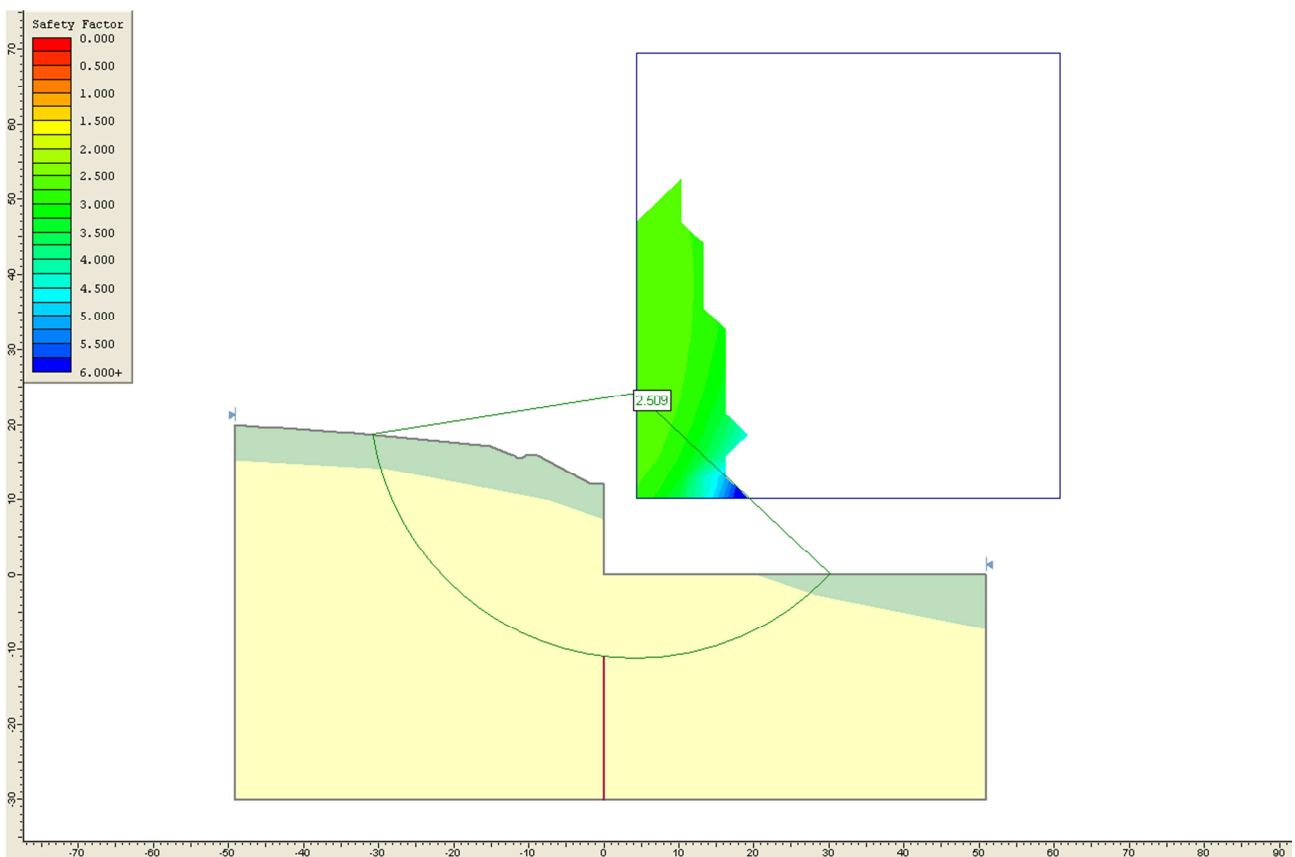
## 12 ANALISI DI STABILITA'

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.

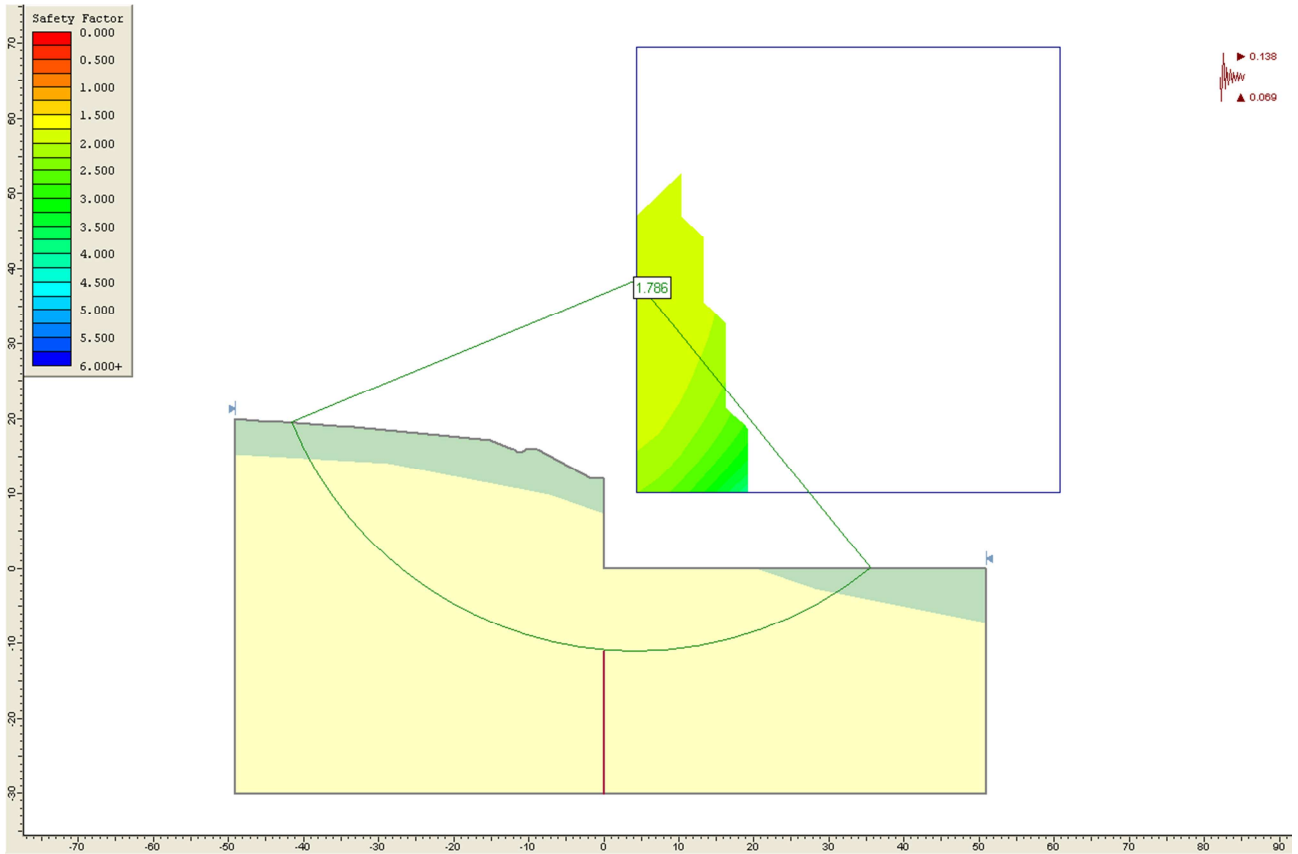
Le analisi di stabilità sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche facendo riferimento alle indicazioni riportate in precedenza; in particolare si assume:

$$\gamma_r \geq 1.1$$



Il sisma è stato rappresentato da un'accelerazione orizzontale e una verticale nelle due direzioni possibili. Nel seguito, però, sono riportati solo i risultati del caso più gravoso, relativo alla sezione S1.



**Analisi di stabilità caso statico: FS=2.509**



**Analisi di stabilità caso sismico: FS=1.786**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 13 TABULATI DI CALCOLO

### 13.1 Sezione S1 – Input ParatiePlus2011

\*\*

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Design section 0

\* file name: D:\Lavori\p 381\_ponte stretto\A09\_paratia 9 calabria\_p 2tratti asse T 2+713 2+463\paratie\sez +bassa\06\_P9\_T19.DEEP

\* Time: 2/23/2011 2:19:16 PM

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage2

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage3

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage4

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 1 at El: -7m, Stage4

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage5

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 1 at El: -7m, Stage5

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage6

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 1 at El: -7m, Stage6

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- \* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN
- \* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\*1: Define General Calculation Settings

delta 0.3

unit m kN

option param itemax 40

\* User assumes that no tension behavior for slave elements can develop.

\*2. ADD GENERAL WALLS & DIMENSIONS

wall Leftwall 0 -16 0 1

\*3.1 DEFINE SURFACE FOR LEFT WALL

soil 0\_L Leftwall -16 0 1 0

soil 0\_R Leftwall -16 0 2 180

\*4: DEFINE SOIL LAYER ELEVATIONS & STRENGTHS

\* BORING Boring 1

\*DATA FOR LAYER: 1, SOIL TYPE= 1, Depositi di versante

Ldata L1 10

weight 19.5 9.5 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.5 1

Young 35000 105000

permeabil 0.0001

Endl

\*DATA FOR LAYER: 2, SOIL TYPE= 3, dep terr marini 5-10

Ldata L2 -5

weight 19 9 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.8 1

Young 90000 270000

permeabil 0.1

Endl

\*DATA FOR LAYER: 3, SOIL TYPE= 4, dep terr marini 10-15

Ldata L3 -10

weight 19 9 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.8 1

Young 120000 360000

permeabil 0.1

Endl

\*DATA FOR LAYER: 4, SOIL TYPE= 5, dep terr marini 15-25

Ldata L4 -15

weight 19 9 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.8 1

Young 150000 450000

permeabil 0.1

Endl

\*5.1: DEFINE STRUCTURAL MATERIALS

\*START GENERAL MATERIALS

\* GENERAL CONCRETE MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2

\*Concrete material: 0 Name= C20/25, E= 29962MPa

material CONC\_0\_C 29962000

\*Concrete material: 1 Name= C25/30, E= 31476MPa

material CONC\_1\_C 31476000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*Concrete material: 2 Name= Fc 3ksi, E= 21541.8MPa  
material CONC\_2\_F 21541800

\* GENERAL STEEL MEMBER MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2

\*Steel material: 0 Name= Fe360, E= 206000MPa  
material STEEL\_0\_206000000

\*Steel material: 1 Name= Fe510, E= 206000MPa  
material STEEL\_1\_206000000

\*Steel material: 2 Name= A36, E= 206000MPa  
material STEEL\_2\_206000000

\*Steel material: 3 Name= A50, E= 206000MPa  
material STEEL\_3\_206000000

\*Steel material: 4 Name= New steel 4, E= 206000MPa  
material STEEL\_4\_206000000

\* GENERAL REBAR MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2, USED FOR ANCHORS

\*Rebar material: 0 Name= Grade 60, E= 200100MPa  
material REB\_0\_Gr 200100000

\*Rebar material: 1 Name= Grade 75, E= 200100MPa  
material REB\_1\_Gr 200100000

\*Rebar material: 2 Name= Grade 80, E= 200100MPa  
material REB\_2\_Gr 200100000

\*Rebar material: 3 Name= Grade 150, E= 200100MPa  
material REB\_3\_Gr 200100000

\*Rebar material: 4 Name= Strands 270 ksi, E= 200100MPa  
material REB\_4\_St 200100000

\*Rebar material: 5 Name= S410, E= 210000MPa  
material REB\_5\_S4 210000000

\*Rebar material: 6 Name= S500, E= 210000MPa  
material REB\_6\_S5 210000000

\*Rebar material: 7 Name= B450C, E= 210000MPa  
material REB\_7\_B4 210000000

\*Rebar material: 8 Name= S1860 (Strands fyk), E= 210000MPa  
material REB\_8\_S1 210000000

\* USER DEFINED MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2, USED FOR ANCHORS

\*User material: 0 Name= Mat\_default, E= 29962MPa  
material USER\_0\_U 29962000

\* END GENERAL MATERIALS

\* 5.2 Define a very stiff material for rigid supports  
mate stiffMAT 100000000000

\* 6.1 LEFT WALL STRUCTURAL PROPERTIES

\*Calculate equivalent Diaphragm Wall lxx,

\* Ewall= 31476 MPa, Stiffness lxx= 36000000 cm4

\* lequivalent= Ewall x lxx x ConvEI / (Estandard x ConvEL x Wall Spacing) =>

\* lequivalent= 31476 MPa x 36000000 cm4 x 1E-08/ (31476 x 1 x 2.5)= 0.144 (m^4/m)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*Now calculate Equivalent Wall Thickness from  $l_{xx}/\text{Length}$

\* Wall thick=  $(12 \times l_{xx}/L)^{1/3} = (12 \times 0.144)^{1/3} = 1.2$  (m)

BEAM Leftwall\_BEAM Leftwall -16 0 CONC\_1\_C 1.2 00 00

\* GENERATE BEAMS FROM ADDITIONAL WALL ELEMENTS

\*7.1: GENERATE SUPPORTS FOR LEFT WALL

\*Tieback support at elevation -4 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 4-Strands

\*Convert Tieback to Wire: Stiffness  $a/L = (\text{Area}/\text{ConvA}) / [\text{Spacing} \times (\text{Free Length} + \text{Fixed Length} \times \text{Stiffness Ratio} / 100)] \Rightarrow$

\*Stiffness  $a/L = (5.591\text{cm}^2/10000\text{cm}^2 / \text{m}^2) / [2.5 \text{ m} \times (7.472 \text{ m} + 50 \times 8.5 \text{ m}/100)] = 1.90787\text{E-}05$

\*No yield limits specified for wire support

WIRE SPL\_0 Leftwall -4 REB\_8\_S1 1.90787E-05 56 10 0 0

\*Tieback support at elevation -7 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 4-Strands

\*Convert Tieback to Wire: Stiffness  $a/L = (\text{Area}/\text{ConvA}) / [\text{Spacing} \times (\text{Free Length} + \text{Fixed Length} \times \text{Stiffness Ratio} / 100)] \Rightarrow$

\*Stiffness  $a/L = (5.591\text{cm}^2/10000\text{cm}^2 / \text{m}^2) / [2.5 \text{ m} \times (6.104 \text{ m} + 50 \times 8.5 \text{ m}/100)] = 2.15994\text{E-}05$

\*No yield limits specified for wire support

WIRE SPL\_1 Leftwall -7 REB\_8\_S1 2.15994E-05 80 10 0 0

\*8.1: ADD WALL LOADS & PRESCRIBED CONDITIONS FOR LEFT WALL

\*

\* END OF NODE ADDITION

\* Simplified paratie surcharge modeling assumed by user.

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 0

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 1

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 2

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 3

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 4

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 5

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 6

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects  $m_{\text{Elastic}} = 1$

\*Stage 6, Wall 0, SEISMIC  $A_x = 0.193 \text{ g}$ ,  $A_z = 0 \text{ g}$

\* SEISMIC PRESSURES ADDED AS EXTERNAL LOADS WITH MONONOBE-OKABE.

\* Ground surface at  $EL = 0 \text{ m}$

\* Seismic pressures are applied to the wall bottom at  $EL = -16 \text{ m}$

\*  $A_x = 0.193 \text{ g}$ ,  $A_z = 0 \text{ g}$ ,  $\text{BetaWall} = 0 \text{ deg}$ ,  $\text{AlphaSurface} = 0 \text{ deg}$

\* Soil type 1, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: Depositi di versante, at  $EL = 0 \text{ m}$

\* Soil is treated as impervious

\*  $FR = 38 \text{ deg}$ ,  $\text{Wall DFR} = 0 \text{ deg}$ ,  $gT = 19.5$ ,  $gd = 19.5$

\* Mononobe-Okabe  $K_a.MO = 0.349$ , Coulomb  $K_a.coul = 0.238$

\* Soil type 3, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: dep terr marini 5-10, at  $EL = -5.43396226415094 \text{ m}$

\* Soil is treated as impervious

\*  $FR = 38 \text{ deg}$ ,  $\text{Wall DFR} = 0 \text{ deg}$ ,  $gT = 19$ ,  $gd = 19$

\* Mononobe-Okabe  $K_a.MO = 0.349$ , Coulomb  $K_a.coul = 0.238$

\* Soil type 4, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: dep terr marini 10-15, at  $EL = -10.2641509433962 \text{ m}$

\* Soil is treated as impervious

\*  $FR = 38 \text{ deg}$ ,  $\text{Wall DFR} = 0 \text{ deg}$ ,  $gT = 19$ ,  $gd = 19$

\* Mononobe-Okabe  $K_a.MO = 0.349$ , Coulomb  $K_a.coul = 0.238$



\* Soil type 5, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: dep terr marini 15-25, at  $EL = -15.3962264150943 \text{ m}$

\* Soil is treated as impervious

\*  $FR = 38 \text{ deg}$ ,  $\text{Wall DFR} = 0 \text{ deg}$ ,  $gT = 19$ ,  $gd = 19$

\* Mononobe-Okabe  $K_a.MO = 0.349$ , Coulomb  $K_a.coul = 0.238$

\* TOTAL HORIZONTAL SEISMIC THRUST DUE TO SOIL  $F_{eqk} = 274.872 \text{ kN/m}$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

- \* Soil seismic surcharge at surface  $E_{QK.top} = 2 \times F_{eqk} \times H = 2 \times 274.872/16 = 34.359kPa$
- \* Soil seismic surcharge at bottom  $E_{QK.bot} = 0.6 \times F_{eqk} \times H = 2 \times 274.872/16 = 1.288kPa$
- \* HYDRODYNAMIC SEISMIC PRESSURES ADDED AS EXTERNAL LOADS, ALL SOILS TREATED AS IMPERVIOUS.

\*\*\*\*\*  
\* 10: GENERATE ALL STEP/STAGES  
\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 0 Name: Stage 0  
step 0 : Stage 0

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 0

- \*  $K_{aUH} = K_{aHBase} \times [Coulomb\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aUH} = 0.238 \times 0.28/0.238 = 0.28$
- \*  $K_{pDH} = K_{pHBase} \times [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pDH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$
- \*  $K_{aDH} = K_{aHBase} \times [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aDH} = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$
- \*  $K_{pUH} = K_{pHBase} \times [Coulomb\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pUH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 0

\* LAYER 2 Stage 0

- \*  $K_{aUH} = K_{aHBase} \times [Coulomb\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aUH} = 0.238 \times 0.28/0.238 = 0.28$
- \*  $K_{pDH} = K_{pHBase} \times [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pDH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$
- \*  $K_{aDH} = K_{aHBase} \times [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aDH} = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$
- \*  $K_{pUH} = K_{pHBase} \times [Coulomb\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pUH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 0

\* LAYER 3 Stage 0

- \*  $K_{aUH} = K_{aHBase} \times [Coulomb\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aUH} = 0.238 \times 0.28/0.238 = 0.28$
- \*  $K_{pDH} = K_{pHBase} \times [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pDH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$
- \*  $K_{aDH} = K_{aHBase} \times [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aDH} = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$
- \*  $K_{pUH} = K_{pHBase} \times [Coulomb\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pUH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 3 Stage : 0

\* LAYER 4 Stage 0

- \*  $K_{aUH} = K_{aHBase} \times [Coulomb\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aUH} = 0.238 \times 0.28/0.238 = 0.28$
- \*  $K_{pDH} = K_{pHBase} \times [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pDH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$
- \*  $K_{aDH} = K_{aHBase} \times [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_K_{ah}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{aDH} = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$
- \*  $K_{pUH} = K_{pHBase} \times [Coulomb\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_K_{ph}(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$
- \*  $K_{pUH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$



\* END LAYER 4 Stage : 0

\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.

\*END 10.a

\*10b: START GENERATE SOIL PROPERTY CHANGE COMMANDS FOR STAGE

- \* These changes might be associated with the use of a Strength reduction code such as EUR 7
- \* or with the user changing from drained to undrained in this stage etc.
- change L1 u-ka 0.28 Leftwall
- change L1 u-kp 7.911 Leftwall

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

change L2 u-ka 0.28 Leftwall  
change L2 u-kp 7.911 Leftwall  
change L3 u-ka 0.28 Leftwall  
change L3 u-kp 7.911 Leftwall  
change L4 u-ka 0.28 Leftwall  
change L4 u-kp 7.911 Leftwall

\*10a: END GENERATING CHANGES FOR STAGE.

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 0

geom 0 0  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 0 NAME: Stage 0

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 1 Name: Stage 1

step 1 : Stage 1

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 1

\* LAYER 2 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$



\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\* END LAYER 2 Stage : 1  
\* LAYER 3 Stage 1  
\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$   
\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$   
\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$   
\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$   
\* END LAYER 3 Stage : 1  
\* LAYER 4 Stage 1  
\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$   
\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$   
\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$   
\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$   
\* END LAYER 4 Stage : 1  
\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.  
\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 1  
geom 0 -4.5  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 1 NAME: Stage 1

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 2 Name: Stage 2

step 2 : Stage 2

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 2

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$   
\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$   
\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$   
\* END LAYER 1 Stage : 2  
\* LAYER 2 Stage 2  
\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$   
\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$   
\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$   
\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$   
\* END LAYER 2 Stage : 2  
\* LAYER 3 Stage 2  
\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$   
\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$   
\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$   
\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$   
\* END LAYER 3 Stage : 2  
\* LAYER 4 Stage 2  
\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$   
\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$   
\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$   
\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$   
\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$   
\* END LAYER 4 Stage : 2  
\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.  
\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 2

geom 0 -4.5  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS  
ADD SPL\_0

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH



\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 2 NAME: Stage 2

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 3 Name: Stage 3

step 3 : Stage 3

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 3

\* LAYER 2 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 3

\* LAYER 3 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 3 Stage : 3

\* LAYER 4 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 4 Stage : 3

\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.



\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 3

geom 0 -7.5

water -50 0 -16 0 0



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 3 NAME: Stage 3

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 4 Name: Stage 4

step 4 : Stage 4

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 4

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 4

\* LAYER 2 Stage 4

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 4

\* LAYER 3 Stage 4

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$



\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 3 Stage : 4

\* LAYER 4 Stage 4

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\* KaUH = 0.238 x 0.28/0.238 = 0.28  
\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204  
\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238  
\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpUH = 4.204 x 7.911 /4.204 = 7.911  
\* END LAYER 4 Stage : 4  
\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.  
\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 4  
geom 0 -7.5  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS  
ADD SPL\_1

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 4 NAME: Stage 4

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 5 Name: Stage 5

step 5 : Stage 5

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 5

\* KaUH= KaHBase x [Coulomb\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaUH = 0.238 x 0.28/0.238 = 0.28

\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204

\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238

\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>



\* KpUH = 4.204 x 7.911 /4.204 = 7.911

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 5

geom 0 -10

water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL  
\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE  
\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 5 NAME: Stage 5

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 6 Name: Stage 8

step 6 : Stage 8

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 6

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Ax= 0.157g)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 3.918 / 4.204 = 3.918$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16, Ax= 0.157g)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.619 / 4.204 = 7.619$

\*10b: START GENERATE SOIL PROPERTY CHANGE COMMANDS FOR STAGE

\* These changes might be associated with the use of a Strength reduction code such as EUR 7

\* or with the user changing from drained to undrained in this stage etc.

change L1 u-kp 7.619 Leftwall

change L1 d-kp 3.918 Leftwall

change L2 u-kp 7.619 Leftwall

change L2 d-kp 3.918 Leftwall

change L3 u-kp 7.619 Leftwall

change L3 d-kp 3.918 Leftwall

change L4 u-kp 7.619 Leftwall

change L4 d-kp 3.918 Leftwall

\*10a: END GENERATING CHANGES FOR STAGE.

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 6

geom 0 -10

water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*NOTE: SEISMIC PRESSURES ARE ADDED FOR THIS STAGE AS EXTERNAL PRESSURES, BASED ON CONVENTIONAL METHODS

\* DIRECTLY IN THE DLOAD COMMAND.

\* HYDRODYNAMIC EFFECTS, IF ANY, ADDED SEPARATELY.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.2.2: ADD LEFT WALL SEISMIC CALCULATED AS EXTERNAL OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE

dload step Leftwall -0.302 27.0982 0 27.4872  
dload step Leftwall -0.604 26.7093 -0.302 27.0982  
dload step Leftwall -0.906 26.3203 -0.604 26.7093  
dload step Leftwall -1.208 25.9313 -0.906 26.3203  
dload step Leftwall -1.509 25.5424 -1.208 25.9313  
dload step Leftwall -1.811 25.1534 -1.509 25.5424  
dload step Leftwall -2.113 24.7644 -1.811 25.1534  
dload step Leftwall -2.415 24.3754 -2.113 24.7644  
dload step Leftwall -2.717 23.9865 -2.415 24.3754  
dload step Leftwall -3.019 23.5975 -2.717 23.9865  
dload step Leftwall -3.321 23.2085 -3.019 23.5975  
dload step Leftwall -3.623 22.8196 -3.321 23.2085  
dload step Leftwall -4 22.3334 -3.623 22.8196  
dload step Leftwall -4.226 22.0416 -4 22.3334  
dload step Leftwall -4.5 21.6891 -4.226 22.0416  
dload step Leftwall -4.83 21.2637 -4.5 21.6891  
dload step Leftwall -5 21.0449 -4.83 21.2637  
dload step Leftwall -5.434 20.4857 -5 21.0449  
dload step Leftwall -5.736 20.0968 -5.434 20.4857  
dload step Leftwall -6.038 19.7078 -5.736 20.0968  
dload step Leftwall -6.34 19.3188 -6.038 19.7078  
dload step Leftwall -6.642 18.9299 -6.34 19.3188  
dload step Leftwall -7 18.468 -6.642 18.9299  
dload step Leftwall -7.245 18.1519 -7 18.468  
dload step Leftwall -7.5 17.8237 -7.245 18.1519  
dload step Leftwall -7.849 17.374 -7.5 17.8237  
dload step Leftwall -8.151 16.985 -7.849 17.374  
dload step Leftwall -8.453 16.596 -8.151 16.985  
dload step Leftwall -8.755 16.2071 -8.453 16.596  
dload step Leftwall -9.057 15.8181 -8.755 16.2071  
dload step Leftwall -9.358 15.4291 -9.057 15.8181  
dload step Leftwall -9.66 15.0402 -9.358 15.4291  
dload step Leftwall -10 14.6026 -9.66 15.0402  
dload step Leftwall -10.264 14.2622 -10 14.6026  
dload step Leftwall -10.566 13.8733 -10.264 14.2622  
dload step Leftwall -10.868 13.4843 -10.566 13.8733  
dload step Leftwall -11.17 13.0953 -10.868 13.4843  
dload step Leftwall -11.472 12.7063 -11.17 13.0953  
dload step Leftwall -11.774 12.3174 -11.472 12.7063  
dload step Leftwall -12.075 11.9284 -11.774 12.3174  
dload step Leftwall -12.377 11.5394 -12.075 11.9284  
dload step Leftwall -12.679 11.1505 -12.377 11.5394  
dload step Leftwall -12.981 10.7615 -12.679 11.1505  
dload step Leftwall -13.283 10.3725 -12.981 10.7615  
dload step Leftwall -13.585 9.9836 -13.283 10.3725  
dload step Leftwall -13.887 9.5946 -13.585 9.9836  
dload step Leftwall -14.189 9.2056 -13.887 9.5946  
dload step Leftwall -14.491 8.8166 -14.189 9.2056  
dload step Leftwall -14.792 8.4277 -14.491 8.8166  
dload step Leftwall -15 8.1603 -14.792 8.4277  
dload step Leftwall -15.396 7.6497 -15 8.1603  
dload step Leftwall -15.698 7.2608 -15.396 7.6497  
dload step Leftwall -16 6.8718 -15.698 7.2608

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO</p>		<p><i>Codice documento</i> CS0652_F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP



\*END DATA FOR STAGE 6 NAME: Stage 8

\*\*\*\*\*

set country english

\*

\*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 13.2 Sezione S2 – Input ParatiePlus2011

\*\*

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION: Design section 0

\* file name: D:\Lavori\P 381\_ponte stretto\A09\_paratia 9 calabria\_p 2tratti asse T 2+713 2+463\paratie\sez +bassa\06\_P9\_T19.DEEP

\* Time: 2/23/2011 2:19:16 PM

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage2

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage3

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage4

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 1 at El: -7m, Stage4

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage5

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 1 at El: -7m, Stage5

\* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35

\* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN

\* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN

\* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\* Tieback capacity calculations for support 0 at El: -4m, Stage6

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- \* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35
- \* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN
- \* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN
- \* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35
- \* Tieback capacity calculations for support 1 at El: -7m, Stage6

- \* Geotechnical safety factor defined for each stage, from Design tab (tieback safety) FS\_GeoTB = 1.35
- \* Fixed part ultimate geotechnical capacity Pult.GEO = Pult/gamma anchor = Pult / 1 = 1001.383kN
- \* Fixed part design geotechnical capacity Pall.GEO = Pult.GEO/(FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code)= 1001.383 / (1.35 x 1) = 742kN
- \* Overall geotechnical safety factor FS\_Geo = gamma\_Anchor x FS\_GeoUser x FS\_GeoBond.Code = 1 x 1.35 x 1) = 1.35

\*1: Define General Calculation Settings

delta 0.3

unit m kN

option param itemax 40

\* User assumes that no tension behavior for slave elements can develop.

\*2. ADD GENERAL WALLS & DIMENSIONS

wall Leftwall 0 -16 0 1

\*3.1 DEFINE SURFACE FOR LEFT WALL

soil O\_L Leftwall -16 0 1 0

soil O\_R Leftwall -16 0 2 180

\*4: DEFINE SOIL LAYER ELEVATIONS & STRENGTHS

\* BORING Boring 1

\*DATA FOR LAYER: 1, SOIL TYPE= 1, Depositi di versante

Ldata L1 10

weight 19.5 9.5 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.5 1

Young 35000 105000

permeabil 0.0001

Endl

\*DATA FOR LAYER: 2, SOIL TYPE= 3, dep terr marini 5-10

Ldata L2 -5

weight 19 9 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.8 1

Young 90000 270000

permeabil 0.1

Endl

\*DATA FOR LAYER: 3, SOIL TYPE= 4, dep terr marini 10-15

Ldata L3 -10

weight 19 9 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.8 1

Young 120000 360000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

permeabil 0.1  
 Endl

\*DATA FOR LAYER: 4, SOIL TYPE= 5, dep terr marini 15-25

Ldata L4 -15  
 weight 19 9 10  
 Resistance 0 38 0.238 4.204  
 atrest 0.384 0.8 1  
 Young 150000 450000  
 permeabil 0.1  
 Endl

\*5.1: DEFINE STRUCTURAL MATERIALS

\*START GENERAL MATERIALS

\* GENERAL CONCRETE MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2

\*Concrete material: 0 Name= C20/25, E= 29962MPa  
 material CONC\_0\_C 29962000

\*Concrete material: 1 Name= C25/30, E= 31476MPa  
 material CONC\_1\_C 31476000

\*Concrete material: 2 Name= Fc 3ksi, E= 21541.8MPa  
 material CONC\_2\_F 21541800

\* GENERAL STEEL MEMBER MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2

\*Steel material: 0 Name= Fe360, E= 206000MPa  
 material STEEL\_0\_ 206000000

\*Steel material: 1 Name= Fe510, E= 206000MPa  
 material STEEL\_1\_ 206000000

\*Steel material: 2 Name= A36, E= 206000MPa  
 material STEEL\_2\_ 206000000

\*Steel material: 3 Name= A50, E= 206000MPa  
 material STEEL\_3\_ 206000000

\*Steel material: 4 Name= New steel 4, E= 206000MPa  
 material STEEL\_4\_ 206000000

\* GENERAL REBAR MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2, USED FOR ANCHORS

\*Rebar material: 0 Name= Grade 60, E= 200100MPa  
 material REB\_0\_Gr 200100000

\*Rebar material: 1 Name= Grade 75, E= 200100MPa  
 material REB\_1\_Gr 200100000

\*Rebar material: 2 Name= Grade 80, E= 200100MPa  
 material REB\_2\_Gr 200100000



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*Rebar material: 3 Name= Grade 150, E= 200100MPa  
material REB\_3\_Gr 200100000

\*Rebar material: 4 Name= Strands 270 ksi, E= 200100MPa  
material REB\_4\_St 200100000

\*Rebar material: 5 Name= S410, E= 210000MPa  
material REB\_5\_S4 210000000

\*Rebar material: 6 Name= S500, E= 210000MPa  
material REB\_6\_S5 210000000

\*Rebar material: 7 Name= B450C, E= 210000MPa  
material REB\_7\_B4 210000000

\*Rebar material: 8 Name= S1860 (Strands fyk), E= 210000MPa  
material REB\_8\_S1 210000000

\* USER DEFINED MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2, USED FOR ANCHORS

\*User material: 0 Name= Mat\_default, E= 29962MPa  
material USER\_0\_U 29962000

\* END GENERAL MATERIALS

\* 5.2 Define a very stiff material for rigid supports  
mate stiffMAT 100000000000

\* 6.1 LEFT WALL STRUCTURAL PROPERTIES

\*Calculate equivalent Diaphragm Wall Ixx,

\* Ewall= 31476 MPa, Stiffness Ixx= 36000000 cm4

\* Iequivalent= Ewall x Ixx x ConvEI / (Estandard x ConvEL x Wall Spacing) =>

\* Iequivalent= 31476 MPa x 36000000 cm4 x 1E-08/ (31476 x 1 x 2.5)= 0.144 (m^4/m)

\*Now calculate Equivalent Wall Thickness from Ixx/Length

\* Wall thick= (12 x Ixx/L)^(1/3) = (12 x 0.144)^(1/3) = 1.2 (m)

BEAM Leftwall\_BEAM Leftwall -16 0 CONC\_1\_C 1.2 00 00

\* GENERATE BEAMS FROM ADDITIONAL WALL ELEMENTS

\*7.1: GENERATE SUPPORTS FOR LEFT WALL

\*Tieback support at elevation -4 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 4-Strands

\*Convert Tieback to Wire: Stiffness a/L= (Area/ConvA) / [Spacing x (Free Length + Fixed Length x Stiffness Ratio / 100)] =>

\*Stiffness a/L= (5.591cm2/10000cm2 /m2) / [2.5 m x (7.472 m + 50 x 8.5 m/100)] = 1.90787E-05

\*No yield limits specified for wire support

WIRE SPL\_0 Leftwall -4 REB\_8\_S1 1.90787E-05 56 10 0 0

\*Tieback support at elevation -7 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 4-Strands

\*Convert Tieback to Wire: Stiffness a/L= (Area/ConvA) / [Spacing x (Free Length + Fixed Length x Stiffness Ratio / 100)] =>

\*Stiffness a/L= (5.591cm2/10000cm2 /m2) / [2.5 m x (6.104 m + 50 x 8.5 m/100)] = 2.15994E-05

\*No yield limits specified for wire support

WIRE SPL\_1 Leftwall -7 REB\_8\_S1 2.15994E-05 80 10 0 0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*8.1: ADD WALL LOADS & PRESCRIBED CONDITIONS FOR LEFT WALL

\*

\* END OF NODE ADDITION

\* Simplified paratie surcharge modeling assumed by user.

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 0

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 1

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 2

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 3

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 4

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 5

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 6

\* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1

\*Stage 6, Wall 0, SEISMIC Ax= 0.193 g, Az= 0g

\* SEISMIC PRESSURES ADDED AS EXTERNAL LOADS WITH MONONOBE-OKABE.

\* Ground surface at EL= 0m

\* Seismic pressures are applied to the wall bottom at EL= -16m

\* Ax= 0.193g, Az= 0g, BetaWall= 0deg, AlphaSurface= 0deg

\* Soil type 1, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: Depositi di versante, at EL= 0m

\* Soil is treated as impervious

\* FR= 38deg, Wall DFR= 0deg, gT= 19.5, gd= 19.5

\* Mononobe-Okabe Ka.MO= 0.349, Coulomb Ka.coul= 0.238

\* Soil type 3, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: dep terr marini 5-10, at EL= -5.43396226415094m

\* Soil is treated as impervious

\* FR= 38deg, Wall DFR= 0deg, gT= 19, gd= 19

\* Mononobe-Okabe Ka.MO= 0.349, Coulomb Ka.coul= 0.238

\* Soil type 4, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: dep terr marini 10-15, at EL= -10.2641509433962m

\* Soil is treated as impervious

\* FR= 38deg, Wall DFR= 0deg, gT= 19, gd= 19

\* Mononobe-Okabe Ka.MO= 0.349, Coulomb Ka.coul= 0.238

\* Soil type 5, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: dep terr marini 15-25, at EL= -15.3962264150943m

\* Soil is treated as impervious

\* FR= 38deg, Wall DFR= 0deg, gT= 19, gd= 19

\* Mononobe-Okabe Ka.MO= 0.349, Coulomb Ka.coul= 0.238

\* TOTAL HORIZONTAL SEISMIC THRUST DUE TO SOIL Feqk= 274.872kN/m



\* Soil seismic surcharge at surface EQK.top= 2 x Feqk x / H = 2 x 274.872/16 = 34.359kPa

\* Soil seismic surcharge at bottom EQK.bot= 0.6 x Feqk x / H = 2 x 274.872/16 = 1.288kPa

\* HYDRODYNAMIC SEISMIC PRESSURES ADDED AS EXTERNAL LOADS, ALL SOILS TREATED AS IMPERVIOUS.

\*\*\*\*\*

\* 10: GENERATE ALL STEP/STAGES

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 0 Name: Stage 0

step 0 : Stage 0

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 0

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 0

\* LAYER 2 Stage 0

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 0

\* LAYER 3 Stage 0

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 3 Stage : 0

\* LAYER 4 Stage 0

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$



\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 4 Stage : 0

\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*END 10.a

\*10b: START GENERATE SOIL PROPERTY CHANGE COMMANDS FOR STAGE

\* These changes might be associated with the use of a Strength reduction code such as EUR 7

\* or with the user changing from drained to undrained in this stage etc.

change L1 u-ka 0.28 Leftwall

change L1 u-kp 7.911 Leftwall

change L2 u-ka 0.28 Leftwall

change L2 u-kp 7.911 Leftwall

change L3 u-ka 0.28 Leftwall

change L3 u-kp 7.911 Leftwall

change L4 u-ka 0.28 Leftwall

change L4 u-kp 7.911 Leftwall

\*10a: END GENERATING CHANGES FOR STAGE.

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 0

geom 0 0

water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 0 NAME: Stage 0

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 1 Name: Stage 1



step 1 : Stage 1

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\* LAYER 1 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 1

\* LAYER 2 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 1

\* LAYER 3 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 3 Stage : 1

\* LAYER 4 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$



\* END LAYER 4 Stage : 1

\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.

\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 1  
geom 0 -4.5  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL  
\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE  
\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 1 NAME: Stage 1

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 2 Name: Stage 2

step 2 : Stage 2

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 2

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 2

\* LAYER 2 Stage 2

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$



\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 2

\* LAYER 3 Stage 2

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

```

* KaUH = 0.238 x 0.28/0.238 = 0.28
* KpDH= KpHBase x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204
* KaDH= KaHBase x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 7.911 /4.204 = 7.911
* END LAYER 3 Stage : 2
* LAYER 4 Stage 2
  * KaUH= KaHBase x [Coulomb_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaUH = 0.238 x 0.28/0.238 = 0.28
* KpDH= KpHBase x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204
* KaDH= KaHBase x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 7.911 /4.204 = 7.911
* END LAYER 4 Stage : 2
* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.
*END 10.a

*10.1 Generate left wall water elevations for stage 2
geom 0 -4.5
water -50 0 -16 0 0

*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS
  ADD SPL_0

*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL
*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE
*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED
APPROACH

*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL
* END DATA FOR LEFT WALL

*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL
* 19: END SUPPORT REMOVAL

*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP
*END DATA FOR STAGE 2 NAME: Stage 2
*****

*****
*START DATA FOR STAGE: 3 Name: Stage 3

```

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

step 3 : Stage 3

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 3

\* LAYER 2 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 2 Stage : 3

\* LAYER 3 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 3 Stage : 3

\* LAYER 4 Stage 3

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$



\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 4 Stage : 3

\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.

\*END 10.a



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 3  
geom 0 -7.5  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 3 NAME: Stage 3

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 4 Name: Stage 4

step 4 : Stage 4

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 4

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $Ka_{DH} = Ka_{HBase} \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{DH} = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $Kp_{UH} = Kp_{HBase} \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{UH} = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\* END LAYER 1 Stage : 4

\* LAYER 2 Stage 4

\*  $Ka_{UH} = Ka_{HBase} \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Ka_{UH} = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $Kp_{DH} = Kp_{HBase} \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $Kp_{DH} = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238  
\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpUH = 4.204 x 7.911 / 4.204 = 7.911  
\* END LAYER 2 Stage : 4  
\* LAYER 3 Stage 4  
\* KaUH= KaHBase x [Coulomb\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KaUH = 0.238 x 0.28/0.238 = 0.28  
\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpDH = 4.204 x 4.204 / 4.204 = 4.204  
\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238  
\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpUH = 4.204 x 7.911 / 4.204 = 7.911  
\* END LAYER 3 Stage : 4  
\* LAYER 4 Stage 4  
\* KaUH= KaHBase x [Coulomb\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KaUH = 0.238 x 0.28/0.238 = 0.28  
\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpDH = 4.204 x 4.204 / 4.204 = 4.204  
\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238  
\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>  
\* KpUH = 4.204 x 7.911 / 4.204 = 7.911  
\* END LAYER 4 Stage : 4  
\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.  
\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 4

geom 0 -7.5  
water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS  
ADD SPL\_1

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH



\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 4 NAME: Stage 4

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 5 Name: Stage 5

step 5 : Stage 5

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 5

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.911 / 4.204 = 7.911$

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 5

geom 0 -10

water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL



\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 5 NAME: Stage 5

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*START DATA FOR STAGE: 6 Name: Stage 8  
step 6 : Stage 8

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 6

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.28 / 0.238 = 0.28$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0, Ax= 0.157g)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 3.918 / 4.204 = 3.918$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 16, Ax= 0.157g)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 7.619 / 4.204 = 7.619$

\*10b: START GENERATE SOIL PROPERTY CHANGE COMMANDS FOR STAGE

\* These changes might be associated with the use of a Strength reduction code such as EUR 7

\* or with the user changing from drained to undrained in this stage etc.

change L1 u-kp 7.619 Leftwall

change L1 d-kp 3.918 Leftwall

change L2 u-kp 7.619 Leftwall

change L2 d-kp 3.918 Leftwall

change L3 u-kp 7.619 Leftwall

change L3 d-kp 3.918 Leftwall

change L4 u-kp 7.619 Leftwall

change L4 d-kp 3.918 Leftwall

\*10a: END GENERATING CHANGES FOR STAGE.

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 6

geom 0 -10

water -50 0 -16 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*NOTE: SEISMIC PRESSURES ARE ADDED FOR THIS STAGE AS EXTERNAL PRESSURES, BASED ON CONVENTIONAL METHODS

\* DIRECTLY IN THE DLOAD COMMAND.

\* HYDRODYNAMIC EFFECTS, IF ANY, ADDED SEPARATELY.



\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH



\*13.2.2: ADD LEFT WALL SEISMIC CALCULATED AS EXTERNAL OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE

dload step Leftwall -0.302 27.0982 0 27.4872

dload step Leftwall -0.604 26.7093 -0.302 27.0982

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dload step Leftwall -0.906 26.3203 -0.604 26.7093  
dload step Leftwall -1.208 25.9313 -0.906 26.3203  
dload step Leftwall -1.509 25.5424 -1.208 25.9313  
dload step Leftwall -1.811 25.1534 -1.509 25.5424  
dload step Leftwall -2.113 24.7644 -1.811 25.1534  
dload step Leftwall -2.415 24.3754 -2.113 24.7644  
dload step Leftwall -2.717 23.9865 -2.415 24.3754  
dload step Leftwall -3.019 23.5975 -2.717 23.9865  
dload step Leftwall -3.321 23.2085 -3.019 23.5975  
dload step Leftwall -3.623 22.8196 -3.321 23.2085  
dload step Leftwall -4 22.3334 -3.623 22.8196  
dload step Leftwall -4.226 22.0416 -4 22.3334  
dload step Leftwall -4.5 21.6891 -4.226 22.0416  
dload step Leftwall -4.83 21.2637 -4.5 21.6891  
dload step Leftwall -5 21.0449 -4.83 21.2637  
dload step Leftwall -5.434 20.4857 -5 21.0449  
dload step Leftwall -5.736 20.0968 -5.434 20.4857  
dload step Leftwall -6.038 19.7078 -5.736 20.0968  
dload step Leftwall -6.34 19.3188 -6.038 19.7078  
dload step Leftwall -6.642 18.9299 -6.34 19.3188  
dload step Leftwall -7 18.468 -6.642 18.9299  
dload step Leftwall -7.245 18.1519 -7 18.468  
dload step Leftwall -7.5 17.8237 -7.245 18.1519  
dload step Leftwall -7.849 17.374 -7.5 17.8237  
dload step Leftwall -8.151 16.985 -7.849 17.374  
dload step Leftwall -8.453 16.596 -8.151 16.985  
dload step Leftwall -8.755 16.2071 -8.453 16.596  
dload step Leftwall -9.057 15.8181 -8.755 16.2071  
dload step Leftwall -9.358 15.4291 -9.057 15.8181  
dload step Leftwall -9.66 15.0402 -9.358 15.4291  
dload step Leftwall -10 14.6026 -9.66 15.0402  
dload step Leftwall -10.264 14.2622 -10 14.6026  
dload step Leftwall -10.566 13.8733 -10.264 14.2622  
dload step Leftwall -10.868 13.4843 -10.566 13.8733  
dload step Leftwall -11.17 13.0953 -10.868 13.4843  
dload step Leftwall -11.472 12.7063 -11.17 13.0953  
dload step Leftwall -11.774 12.3174 -11.472 12.7063  
dload step Leftwall -12.075 11.9284 -11.774 12.3174  
dload step Leftwall -12.377 11.5394 -12.075 11.9284  
dload step Leftwall -12.679 11.1505 -12.377 11.5394  
dload step Leftwall -12.981 10.7615 -12.679 11.1505  
dload step Leftwall -13.283 10.3725 -12.981 10.7615  
dload step Leftwall -13.585 9.9836 -13.283 10.3725  
dload step Leftwall -13.887 9.5946 -13.585 9.9836  
dload step Leftwall -14.189 9.2056 -13.887 9.5946  
dload step Leftwall -14.491 8.8166 -14.189 9.2056  
dload step Leftwall -14.792 8.4277 -14.491 8.8166  
dload step Leftwall -15 8.1603 -14.792 8.4277  
dload step Leftwall -15.396 7.6497 -15 8.1603  
dload step Leftwall -15.698 7.2608 -15.396 7.6497

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

dload step Leftwall -16 6.8718 -15.698 7.2608

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
 \* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
 \* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 6 NAME: Stage 8

\*\*\*\*\*

set country english

\*  
 \*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_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 style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 13.3 Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica

#### *Slide Analysis Information*

##### Document Name

File Name: Paratia asse T 2+458 2+712-Sez S1-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: 19.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

Material: depTERRmarini  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

##### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-49.045	15.239
-28.715	14.091
-7.168 9.852	
0.000 7.283	

##### Material Boundary

20.322-0.000	
28.066-2.775	
50.955-7.279	

##### External Boundary

50.955-0.000	
20.322-0.000	
0.000 0.000	
0.000 7.283	
0.000 12.000	
-1.750 12.000	
-8.740 15.994	
-10.240	15.994
-10.452	15.994
-10.952	15.494
-11.452	15.494
-11.952	15.994
-12.165	15.994
-15.154	17.157
-24.791	18.092
-33.264	18.961
-35.591	18.975
-35.618	19.092
-42.669	19.592
-44.537	19.602
-49.045	19.936
-49.045	15.239
-49.045	-30.064
50.955-30.064	
50.955-7.279	

##### Focus/Block Search Line

0.000	-30.064
0.000	-11.000

##### Search Grid

4.311	10.132
60.806	10.132
60.806	69.581
4.311	69.581

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 13.4 Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
4.311	10.132	21.567	2.80531	10.258	41.272	53.269	2.68230
4.311	12.963	24.348	2.68883	10.258	44.103	56.050	2.69422
4.311	15.794	27.138	2.59550	10.258	46.934	58.835	2.71076
4.311	18.625	29.937	2.54888	10.258	49.765	61.624	2.73043
4.311	21.456	32.741	2.52240	10.258	52.596	64.418	2.75209
4.311	24.287	35.549	2.50913	10.258	55.426	67.214	2.77471
4.311	27.117	38.360	2.51023	10.258	58.257	70.013	-1000.00000
4.311	29.948	41.175	2.51974	10.258	61.088	72.814	-1000.00000
4.311	32.779	43.991	2.53454	10.258	63.919	75.618	-1000.00000
4.311	35.610	46.809	2.55266	10.258	66.750	78.424	-1000.00000
4.311	38.441	49.629	2.57334	10.258	69.581	81.231	-1000.00000
4.311	41.272	52.449	2.59991	13.231	10.132	24.932	4.29490
4.311	44.103	55.271	2.62637	13.231	12.963	30.724	4.22220
4.311	46.934	58.094	2.65399	13.231	15.794	29.883	3.45953
4.311	49.765	60.917	-1000.00000	13.231	18.625	32.445	3.24474
4.311	52.596	63.742	-1000.00000	13.231	21.456	35.049	3.08985
4.311	55.426	66.566	-1000.00000	13.231	24.287	37.686	2.98925
4.311	58.257	69.391	-1000.00000	13.231	27.117	40.349	2.91899
4.311	61.088	72.217	-1000.00000	13.231	29.948	43.033	2.86738
4.311	63.919	75.043	-1000.00000	13.231	32.779	45.735	2.83838
4.311	66.750	77.870	-1000.00000	13.231	35.610	48.452	2.81859
4.311	69.581	80.696	-1000.00000	13.231	38.441	51.181	2.80620
7.284	10.132	22.352	3.07234	13.231	41.272	53.921	2.80105
7.284	12.963	25.046	2.87198	13.231	44.103	56.669	2.80405
7.284	15.794	27.766	2.73819	13.231	46.934	59.425	-1000.00000
7.284	18.625	30.507	2.65551	13.231	49.765	62.189	-1000.00000
7.284	21.456	33.263	2.60795	13.231	52.596	64.957	-1000.00000
7.284	24.287	36.031	2.57852	13.231	55.426	67.731	-1000.00000
7.284	27.117	38.807	2.56532	13.231	58.257	70.510	-1000.00000
7.284	29.948	41.591	2.56400	13.231	61.088	73.292	-1000.00000
7.284	32.779	44.381	2.56865	13.231	63.919	76.079	-1000.00000
7.284	35.610	47.176	2.58190	13.231	66.750	78.868	-1000.00000
7.284	38.441	49.975	2.59801	13.231	69.581	81.660	-1000.00000
7.284	41.272	52.777	2.61653	16.205	10.132	26.630	5.33298
7.284	44.103	55.582	2.63717	16.205	12.963	33.101	4.99080
7.284	46.934	58.390	2.65959	16.205	15.794	31.313	4.08908
7.284	49.765	61.200	2.68360	16.205	18.625	33.767	3.75389
7.284	52.596	64.011	-1000.00000	16.205	21.456	36.276	3.51188
7.284	55.426	66.825	-1000.00000	16.205	24.287	38.830	3.35061
7.284	58.257	69.639	-1000.00000	16.205	27.117	41.419	3.23097
7.284	61.088	72.455	-1000.00000	16.205	29.948	44.038	3.14310
7.284	63.919	75.272	-1000.00000	16.205	32.779	46.682	3.08358
7.284	66.750	78.091	-1000.00000	16.205	35.610	49.347	-1000.00000
7.284	69.581	80.910	-1000.00000	16.205	38.441	52.029	-1000.00000
10.258	10.132	23.490	3.55922	16.205	41.272	54.726	-1000.00000
10.258	12.963	26.066	3.23554	16.205	44.103	57.436	-1000.00000
10.258	15.794	28.690	3.02013	16.205	46.934	60.157	-1000.00000
10.258	18.625	31.350	2.88019	16.205	49.765	62.888	-1000.00000
10.258	21.456	34.038	2.79250	16.205	52.596	65.628	-1000.00000
10.258	24.287	36.747	2.73708	16.205	55.426	68.374	-1000.00000
10.258	27.117	39.474	2.70135	16.205	58.257	71.128	-1000.00000
10.258	29.948	42.214	2.67794	16.205	61.088	73.887	-1000.00000
10.258	32.779	44.965	2.66888	16.205	63.919	76.652	-1000.00000
10.258	35.610	47.726	2.66837	16.205	66.750	79.421	-1000.00000
10.258	38.441	50.494	2.67348	16.205	69.581	82.194	-1000.00000
				19.178	10.132	31.461	6.58775
				19.178	12.963	30.692	-112.00000
				19.178	15.794	32.950	-112.00000



PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

CS0652\_F0

Rev

F0

Data

20/06/2011

19.178	18.625	35.291	4.43704	25.125	69.581	84.407	-1000.00000
19.178	21.456	37.698	-1000.00000	28.098	10.132	35.158	-1000.00000
19.178	24.287	40.161	-1000.00000	28.098	12.963	36.929	-1000.00000
19.178	27.117	42.670	-1000.00000	28.098	15.794	38.826	-1000.00000
19.178	29.948	45.217	-1000.00000	28.098	18.625	40.831	-1000.00000
19.178	32.779	47.796	-1000.00000	28.098	21.456	42.929	-1000.00000
19.178	35.610	50.401	-1000.00000	28.098	24.287	45.107	-1000.00000
19.178	38.441	53.030	-1000.00000	28.098	27.117	47.355	-1000.00000
19.178	41.272	55.679	-1000.00000	28.098	29.948	49.662	-1000.00000
19.178	44.103	58.345	-1000.00000	28.098	32.779	52.021	-1000.00000
19.178	46.934	61.026	-1000.00000	28.098	35.610	54.424	-1000.00000
19.178	49.765	63.719	-1000.00000	28.098	38.441	56.868	-1000.00000
19.178	52.596	66.424	-1000.00000	28.098	41.272	59.345	-1000.00000
19.178	55.426	69.140	-1000.00000	28.098	44.103	61.853	-1000.00000
19.178	58.257	71.864	-1000.00000	28.098	46.934	64.388	-1000.00000
19.178	61.088	74.596	-1000.00000	28.098	49.765	66.947	-1000.00000
19.178	63.919	77.335	-1000.00000	28.098	52.596	69.526	-1000.00000
19.178	66.750	80.080	-1000.00000	28.098	55.426	72.125	-1000.00000
19.178	69.581	82.832	-1000.00000	28.098	58.257	74.740	-1000.00000
22.152	10.132	30.615	-1000.00000	28.098	61.088	77.371	-1000.00000
22.152	12.963	32.633	-1000.00000	28.098	63.919	80.015	-1000.00000
22.152	15.794	34.765	-1000.00000	28.098	66.750	82.672	-1000.00000
22.152	18.625	36.991	-1000.00000	28.098	69.581	85.339	-1000.00000
22.152	21.456	39.294	-1000.00000	31.072	10.132	37.577	-1000.00000
22.152	24.287	41.663	-1000.00000	31.072	12.963	39.239	-1000.00000
22.152	27.117	44.087	-1000.00000	31.072	15.794	41.029	-1000.00000
22.152	29.948	46.556	-1000.00000	31.072	18.625	42.931	-1000.00000
22.152	32.779	49.064	-1000.00000	31.072	21.456	44.931	-1000.00000
22.152	35.610	51.606	-1000.00000	31.072	24.287	47.017	-1000.00000
22.152	38.441	54.177	-1000.00000	31.072	27.117	49.177	-1000.00000
22.152	41.272	56.772	-1000.00000	31.072	29.948	51.403	-1000.00000
22.152	44.103	59.389	-1000.00000	31.072	32.779	53.685	-1000.00000
22.152	46.934	62.024	-1000.00000	31.072	35.610	56.018	-1000.00000
22.152	49.765	64.676	-1000.00000	31.072	38.441	58.394	-1000.00000
22.152	52.596	67.343	-1000.00000	31.072	41.272	60.810	-1000.00000
22.152	55.426	70.023	-1000.00000	31.072	44.103	63.260	-1000.00000
22.152	58.257	72.714	-1000.00000	31.072	46.934	65.740	-1000.00000
22.152	61.088	75.415	-1000.00000	31.072	49.765	68.248	-1000.00000
22.152	63.919	78.125	-1000.00000	31.072	52.596	70.780	-1000.00000
22.152	66.750	80.844	-1000.00000	31.072	55.426	73.334	-1000.00000
22.152	69.581	83.570	-1000.00000	31.072	58.257	75.908	-1000.00000
25.125	10.132	32.830	-1000.00000	31.072	61.088	78.500	-1000.00000
25.125	12.963	34.720	-1000.00000	31.072	63.919	81.107	-1000.00000
25.125	15.794	36.731	-1000.00000	31.072	66.750	83.729	-1000.00000
25.125	18.625	38.844	-1000.00000	31.072	69.581	86.364	-1000.00000
25.125	21.456	41.044	-1000.00000	34.045	10.132	40.070	-1000.00000
25.125	24.287	43.317	-1000.00000	34.045	12.963	41.633	-1000.00000
25.125	27.117	45.653	-1000.00000	34.045	15.794	43.324	-1000.00000
25.125	29.948	48.042	-1000.00000	34.045	18.625	45.130	-1000.00000
25.125	32.779	50.477	-1000.00000	34.045	21.456	47.037	-1000.00000
25.125	35.610	52.951	-1000.00000	34.045	24.287	49.033	-1000.00000
25.125	38.441	55.459	-1000.00000	34.045	27.117	51.108	-1000.00000
25.125	41.272	57.997	-1000.00000	34.045	29.948	53.253	-1000.00000
25.125	44.103	60.561	-1000.00000	34.045	32.779	55.459	-1000.00000
25.125	46.934	63.147	-1000.00000	34.045	35.610	57.720	-1000.00000
25.125	49.765	65.754	-1000.00000	34.045	38.441	60.029	-1000.00000
25.125	52.596	68.379	-1000.00000	34.045	41.272	62.381	-1000.00000
25.125	55.426	71.019	-1000.00000	34.045	44.103	64.772	-1000.00000
25.125	58.257	73.674	-1000.00000	34.045	46.934	67.197	-1000.00000
25.125	61.088	76.341	-1000.00000	34.045	49.765	69.652	-1000.00000
25.125	63.919	79.020	-1000.00000	34.045	52.596	72.135	-1000.00000
25.125	66.750	81.709	-1000.00000	34.045	55.426	74.643	-1000.00000

34.045	58.257	77.173	-1000.00000	42.965	46.934	72.127	-1000.00000
34.045	61.088	79.723	-1000.00000	42.965	49.765	74.420	-1000.00000
34.045	63.919	82.292	-1000.00000	42.965	52.596	76.749	-1000.00000
34.045	66.750	84.877	-1000.00000	42.965	55.426	79.111	-1000.00000
34.045	69.581	87.478	-1000.00000	42.965	58.257	81.502	-1000.00000
37.019	10.132	42.626	-1000.00000	42.965	61.088	83.921	-1000.00000
37.019	12.963	44.098	-1000.00000	42.965	63.919	86.365	-1000.00000
37.019	15.794	45.698	-1000.00000	42.965	66.750	88.832	-1000.00000
37.019	18.625	47.413	-1000.00000	42.965	69.581	91.320	-1000.00000
37.019	21.456	49.232	-1000.00000	45.939	10.132	50.566	-1000.00000
37.019	24.287	51.142	-1000.00000	45.939	12.963	51.813	-1000.00000
37.019	27.117	53.135	-1000.00000	45.939	15.794	53.182	-1000.00000
37.019	29.948	55.201	-1000.00000	45.939	18.625	54.663	-1000.00000
37.019	32.779	57.332	-1000.00000	45.939	21.456	56.247	-1000.00000
37.019	35.610	59.522	-1000.00000	45.939	24.287	57.927	-1000.00000
37.019	38.441	61.764	-1000.00000	45.939	27.117	59.694	-1000.00000
37.019	41.272	64.053	-1000.00000	45.939	29.948	61.540	-1000.00000
37.019	44.103	66.383	-1000.00000	45.939	32.779	63.459	-1000.00000
37.019	46.934	68.751	-1000.00000	45.939	35.610	65.444	-1000.00000
37.019	49.765	71.153	-1000.00000	45.939	38.441	67.489	-1000.00000
37.019	52.596	73.585	-1000.00000	45.939	41.272	69.590	-1000.00000
37.019	55.426	76.045	-1000.00000	45.939	44.103	71.741	-1000.00000
37.019	58.257	78.530	-1000.00000	45.939	46.934	73.937	-1000.00000
37.019	61.088	81.038	-1000.00000	45.939	49.765	76.176	-1000.00000
37.019	63.919	83.566	-1000.00000	45.939	52.596	78.452	-1000.00000
37.019	66.750	86.113	-1000.00000	45.939	55.426	80.764	-1000.00000
37.019	69.581	88.677	-1000.00000	45.939	58.257	83.108	-1000.00000
39.992	10.132	45.232	-1000.00000	45.939	61.088	85.482	-1000.00000
39.992	12.963	46.622	-1000.00000	45.939	63.919	87.882	-1000.00000
39.992	15.794	48.138	-1000.00000	45.939	66.750	90.308	-1000.00000
39.992	18.625	49.769	-1000.00000	45.939	69.581	92.756	-1000.00000
39.992	21.456	51.505	-1000.00000	48.912	10.132	53.282	-1000.00000
39.992	24.287	53.334	-1000.00000	48.912	12.963	54.467	-1000.00000
39.992	27.117	55.248	-1000.00000	48.912	15.794	55.770	-1000.00000
39.992	29.948	57.237	-1000.00000	48.912	18.625	57.184	-1000.00000
39.992	32.779	59.296	-1000.00000	48.912	21.456	58.701	-1000.00000
39.992	35.610	61.416	-1000.00000	48.912	24.287	60.312	-1000.00000
39.992	38.441	63.591	-1000.00000	48.912	27.117	62.011	-1000.00000
39.992	41.272	65.816	-1000.00000	48.912	29.948	63.790	-1000.00000
39.992	44.103	68.086	-1000.00000	48.912	32.779	65.643	-1000.00000
39.992	46.934	70.397	-1000.00000	48.912	35.610	67.564	-1000.00000
39.992	49.765	72.744	-1000.00000	48.912	38.441	69.547	-1000.00000
39.992	52.596	75.125	-1000.00000	48.912	41.272	71.588	-1000.00000
39.992	55.426	77.536	-1000.00000	48.912	44.103	73.680	-1000.00000
39.992	58.257	79.975	-1000.00000	48.912	46.934	75.820	-1000.00000
39.992	61.088	82.438	-1000.00000	48.912	49.765	78.005	-1000.00000
39.992	63.919	84.925	-1000.00000	48.912	52.596	80.230	-1000.00000
39.992	66.750	87.432	-1000.00000	48.912	55.426	82.492	-1000.00000
39.992	69.581	89.959	-1000.00000	48.912	58.257	84.788	-1000.00000
42.965	10.132	47.881	-1000.00000	48.912	61.088	87.116	-1000.00000
42.965	12.963	49.196	-1000.00000	48.912	63.919	89.472	-1000.00000
42.965	15.794	50.635	-1000.00000	48.912	66.750	91.856	-1000.00000
42.965	18.625	52.189	-1000.00000	48.912	69.581	94.264	-1000.00000
42.965	21.456	53.846	-1000.00000	51.886	10.132	56.024	-1000.00000
42.965	24.287	55.598	-1000.00000	51.886	12.963	57.152	-1000.00000
42.965	27.117	57.437	-1000.00000	51.886	15.794	58.396	-1000.00000
42.965	29.948	59.353	-1000.00000	51.886	18.625	59.747	-1000.00000
42.965	32.779	61.340	-1000.00000	51.886	21.456	61.200	-1000.00000
42.965	35.610	63.392	-1000.00000	51.886	24.287	62.748	-1000.00000
42.965	38.441	65.502	-1000.00000	51.886	27.117	64.382	-1000.00000
42.965	41.272	67.664	-1000.00000	51.886	29.948	66.098	-1000.00000
42.965	44.103	69.874	-1000.00000	51.886	32.779	67.888	-1000.00000

PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*

CS0652\_F0

*Rev*

F0

*Data*

20/06/2011

51.886	35.610	69.747	-1000.00000	60.806	24.287	70.303	-1000.00000
51.886	38.441	71.670	-1000.00000	60.806	27.117	71.766	-1000.00000
51.886	41.272	73.651	-1000.00000	60.806	29.948	73.308	-1000.00000
51.886	44.103	75.687	-1000.00000	60.806	32.779	74.927	-1000.00000
51.886	46.934	77.772	-1000.00000	60.806	35.610	76.615	-1000.00000
51.886	49.765	79.903	-1000.00000	60.806	38.441	78.370	-1000.00000
51.886	52.596	82.076	-1000.00000	60.806	41.272	80.186	-1000.00000
51.886	55.426	84.289	-1000.00000	60.806	44.103	82.059	-1000.00000
51.886	58.257	86.537	-1000.00000	60.806	46.934	83.986	-1000.00000
51.886	61.088	88.819	-1000.00000	60.806	49.765	85.963	-1000.00000
51.886	63.919	91.132	-1000.00000	60.806	52.596	87.987	-1000.00000
51.886	66.750	93.473	-1000.00000	60.806	55.426	90.055	-1000.00000
51.886	69.581	95.841	-1000.00000	60.806	58.257	92.163	-1000.00000
54.859	10.132	58.789	-1000.00000	60.806	61.088	94.308	-1000.00000
54.859	12.963	59.864	-1000.00000	60.806	63.919	96.490	-1000.00000
54.859	15.794	61.053	-1000.00000	60.806	66.750	98.704	-1000.00000
54.859	18.625	62.347	-1000.00000	60.806	69.581	100.949	-1000.00000
54.859	21.456	63.741	-1000.00000				
54.859	24.287	65.228	-1000.00000				
54.859	27.117	66.802	-1000.00000				
54.859	29.948	68.457	-1000.00000				
54.859	32.779	70.187	-1000.00000				
54.859	35.610	71.986	-1000.00000				
54.859	38.441	73.851	-1000.00000				
54.859	41.272	75.775	-1000.00000				
54.859	44.103	77.755	-1000.00000				
54.859	46.934	79.786	-1000.00000				
54.859	49.765	81.865	-1000.00000				
54.859	52.596	83.988	-1000.00000				
54.859	55.426	86.151	-1000.00000				
54.859	58.257	88.352	-1000.00000				
54.859	61.088	90.588	-1000.00000				
54.859	63.919	92.857	-1000.00000				
54.859	66.750	95.156	-1000.00000				
54.859	69.581	97.482	-1000.00000				
57.833	10.132	61.572	-1000.00000				
57.833	12.963	62.601	-1000.00000				
57.833	15.794	63.738	-1000.00000				
57.833	18.625	64.979	-1000.00000				
57.833	21.456	66.317	-1000.00000				
57.833	24.287	67.748	-1000.00000				
57.833	27.117	69.264	-1000.00000				
57.833	29.948	70.862	-1000.00000				
57.833	32.779	72.534	-1000.00000				
57.833	35.610	74.277	-1000.00000				
57.833	38.441	76.086	-1000.00000				
57.833	41.272	77.955	-1000.00000				
57.833	44.103	79.881	-1000.00000				
57.833	46.934	81.859	-1000.00000				
57.833	49.765	83.887	-1000.00000				
57.833	52.596	85.959	-1000.00000				
57.833	55.426	88.074	-1000.00000				
57.833	58.257	90.229	-1000.00000				
57.833	61.088	92.419	-1000.00000				
57.833	63.919	94.644	-1000.00000				
57.833	66.750	96.900	-1000.00000				
57.833	69.581	99.186	-1000.00000				
60.806	10.132	64.373	-1000.00000				
60.806	12.963	65.357	-1000.00000				
60.806	15.794	66.448	-1000.00000				
60.806	18.625	67.639	-1000.00000				
60.806	21.456	68.926	-1000.00000				

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 13.5 Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica

### *Slide Analysis Information*

#### Document Name

File Name: Paratia asse T 2+458 2+712-Sez S1-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): 0.138

Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.069

#### Material Properties

Material: sabbEghiME

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 19.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 4 kPa  
 Friction Angle: 32 degrees  
 Water Surface: None

Material: depTERRmarini

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-49.045	15.239
-28.715	14.091
-7.168	9.852
0.000	7.283

##### Material Boundary

20.322	-0.000
28.066	-2.775
50.955	-7.279

##### External Boundary

50.955	-0.000
20.322	-0.000
0.000	0.000
0.000	7.283
0.000	12.000
-1.750	12.000
-8.740	15.994
-10.240	15.994
-10.452	15.994
-10.952	15.494
-11.452	15.494
-11.952	15.994
-12.165	15.994
-15.154	17.157
-24.791	18.092
-33.264	18.961
-35.591	18.975
-35.618	19.092
-42.669	19.592
-44.537	19.602
-49.045	19.936
-49.045	15.239
-49.045	-30.064
50.955	-30.064
50.955	-7.279

##### Focus/Block Search Line

0.000	-30.064
0.000	-11.000

##### Search Grid

4.311	10.132
60.806	10.132
60.806	69.581
4.311	69.581

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0652_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 13.6 Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
4.311	10.132	21.567	2.23361	10.258	41.272	53.269	1.82572
4.311	12.963	24.348	2.09587	10.258	44.103	56.050	1.81977
4.311	15.794	27.138	1.99071	10.258	46.934	58.835	1.81706
4.311	18.625	29.937	1.92468	10.258	49.765	61.624	1.81663
4.311	21.456	32.741	1.87745	10.258	52.596	64.418	1.81773
4.311	24.287	35.549	1.84295	10.258	55.426	67.214	1.81977
4.311	27.117	38.360	1.82062	10.258	58.257	70.013	-1000.00000
4.311	29.948	41.175	1.80581	10.258	61.088	72.814	-1000.00000
4.311	32.779	43.991	1.79605	10.258	63.919	75.618	-1000.00000
4.311	35.610	46.809	1.78980	10.258	66.750	78.424	-1000.00000
4.311	38.441	49.629	1.78629	10.258	69.581	81.231	-1000.00000
4.311	41.272	52.449	1.78692	13.231	10.132	24.932	2.98567
4.311	44.103	55.271	1.78842	13.231	12.963	27.373	2.66451
4.311	46.934	58.094	1.79124	13.231	15.794	29.883	2.43829
4.311	49.765	60.917	-1000.00000	13.231	18.625	32.445	2.28456
4.311	52.596	63.742	-1000.00000	13.231	21.456	35.049	2.16984
4.311	55.426	66.566	-1000.00000	13.231	24.287	37.686	2.08899
4.311	58.257	69.391	-1000.00000	13.231	27.117	40.349	2.02815
4.311	61.088	72.217	-1000.00000	13.231	29.948	43.033	1.98031
4.311	63.919	75.043	-1000.00000	13.231	32.779	45.735	1.94697
4.311	66.750	77.870	-1000.00000	13.231	35.610	48.452	1.92042
4.311	69.581	80.696	-1000.00000	13.231	38.441	51.181	1.89934
7.284	10.132	22.352	2.37248	13.231	41.272	53.921	1.88360
7.284	12.963	25.046	2.19047	13.231	44.103	56.669	1.87286
7.284	15.794	27.766	2.06432	13.231	46.934	59.425	-1000.00000
7.284	18.625	30.507	1.97823	13.231	49.765	62.189	-1000.00000
7.284	21.456	33.263	1.92027	13.231	52.596	64.957	-1000.00000
7.284	24.287	36.031	1.87723	13.231	55.426	67.731	-1000.00000
7.284	27.117	38.807	1.84722	13.231	58.257	70.510	-1000.00000
7.284	29.948	41.591	1.82674	13.231	61.088	73.292	-1000.00000
7.284	32.779	44.381	1.81141	13.231	63.919	76.079	-1000.00000
7.284	35.610	47.176	1.80278	13.231	66.750	78.868	-1000.00000
7.284	38.441	49.975	1.79705	13.231	69.581	81.660	-1000.00000
7.284	41.272	52.777	1.79370	16.205	10.132	26.630	3.43609
7.284	44.103	55.582	1.79238	16.205	12.963	28.928	3.02074
7.284	46.934	58.390	1.79273	16.205	15.794	31.313	2.73287
7.284	49.765	61.200	1.79451	16.205	18.625	33.767	2.52851
7.284	52.596	64.011	-1000.00000	16.205	21.456	36.276	2.37470
7.284	55.426	66.825	-1000.00000	16.205	24.287	38.830	2.26520
7.284	58.257	69.639	-1000.00000	16.205	27.117	41.419	2.18039
7.284	61.088	72.455	-1000.00000	16.205	29.948	44.038	2.11471
7.284	63.919	75.272	-1000.00000	16.205	32.779	46.682	2.06591
7.284	66.750	78.091	-1000.00000	16.205	35.610	49.347	-1000.00000
7.284	69.581	80.910	-1000.00000	16.205	38.441	52.029	-1000.00000
10.258	10.132	23.490	2.62726	16.205	41.272	54.726	-1000.00000
10.258	12.963	26.066	2.38310	16.205	44.103	57.436	-1000.00000
10.258	15.794	28.690	2.21441	16.205	46.934	60.157	-1000.00000
10.258	18.625	31.350	2.09767	16.205	49.765	62.888	-1000.00000
10.258	21.456	34.038	2.01741	16.205	52.596	65.628	-1000.00000
10.258	24.287	36.747	1.95971	16.205	55.426	68.374	-1000.00000
10.258	27.117	39.474	1.91717	16.205	58.257	71.128	-1000.00000
10.258	29.948	42.214	1.88475	16.205	61.088	73.887	-1000.00000
10.258	32.779	44.965	1.86218	16.205	63.919	76.652	-1000.00000
10.258	35.610	47.726	1.84605	16.205	66.750	79.421	-1000.00000
10.258	38.441	50.494	1.83429	16.205	69.581	82.194	-1000.00000
				19.178	10.132	29.633	3.95422
				19.178	12.963	30.692	3.43808
				19.178	15.794	32.950	3.08701

19.178	18.625	35.291	2.82629	25.125	69.581	84.407	-1000.00000
19.178	21.456	37.698	-1000.00000	28.098	10.132	35.158	-1000.00000
19.178	24.287	40.161	-1000.00000	28.098	12.963	36.929	-1000.00000
19.178	27.117	42.670	-1000.00000	28.098	15.794	38.826	-1000.00000
19.178	29.948	45.217	-1000.00000	28.098	18.625	40.831	-1000.00000
19.178	32.779	47.796	-1000.00000	28.098	21.456	42.929	-1000.00000
19.178	35.610	50.401	-1000.00000	28.098	24.287	45.107	-1000.00000
19.178	38.441	53.030	-1000.00000	28.098	27.117	47.355	-1000.00000
19.178	41.272	55.679	-1000.00000	28.098	29.948	49.662	-1000.00000
19.178	44.103	58.345	-1000.00000	28.098	32.779	52.021	-1000.00000
19.178	46.934	61.026	-1000.00000	28.098	35.610	54.424	-1000.00000
19.178	49.765	63.719	-1000.00000	28.098	38.441	56.868	-1000.00000
19.178	52.596	66.424	-1000.00000	28.098	41.272	59.345	-1000.00000
19.178	55.426	69.140	-1000.00000	28.098	44.103	61.853	-1000.00000
19.178	58.257	71.864	-1000.00000	28.098	46.934	64.388	-1000.00000
19.178	61.088	74.596	-1000.00000	28.098	49.765	66.947	-1000.00000
19.178	63.919	77.335	-1000.00000	28.098	52.596	69.526	-1000.00000
19.178	66.750	80.080	-1000.00000	28.098	55.426	72.125	-1000.00000
19.178	69.581	82.832	-1000.00000	28.098	58.257	74.740	-1000.00000
22.152	10.132	30.615	-1000.00000	28.098	61.088	77.371	-1000.00000
22.152	12.963	32.633	-1000.00000	28.098	63.919	80.015	-1000.00000
22.152	15.794	34.765	-1000.00000	28.098	66.750	82.672	-1000.00000
22.152	18.625	36.991	-1000.00000	28.098	69.581	85.339	-1000.00000
22.152	21.456	39.294	-1000.00000	31.072	10.132	37.577	-1000.00000
22.152	24.287	41.663	-1000.00000	31.072	12.963	39.239	-1000.00000
22.152	27.117	44.087	-1000.00000	31.072	15.794	41.029	-1000.00000
22.152	29.948	46.556	-1000.00000	31.072	18.625	42.931	-1000.00000
22.152	32.779	49.064	-1000.00000	31.072	21.456	44.931	-1000.00000
22.152	35.610	51.606	-1000.00000	31.072	24.287	47.017	-1000.00000
22.152	38.441	54.177	-1000.00000	31.072	27.117	49.177	-1000.00000
22.152	41.272	56.772	-1000.00000	31.072	29.948	51.403	-1000.00000
22.152	44.103	59.389	-1000.00000	31.072	32.779	53.685	-1000.00000
22.152	46.934	62.024	-1000.00000	31.072	35.610	56.018	-1000.00000
22.152	49.765	64.676	-1000.00000	31.072	38.441	58.394	-1000.00000
22.152	52.596	67.343	-1000.00000	31.072	41.272	60.810	-1000.00000
22.152	55.426	70.023	-1000.00000	31.072	44.103	63.260	-1000.00000
22.152	58.257	72.714	-1000.00000	31.072	46.934	65.740	-1000.00000
22.152	61.088	75.415	-1000.00000	31.072	49.765	68.248	-1000.00000
22.152	63.919	78.125	-1000.00000	31.072	52.596	70.780	-1000.00000
22.152	66.750	80.844	-1000.00000	31.072	55.426	73.334	-1000.00000
22.152	69.581	83.570	-1000.00000	31.072	58.257	75.908	-1000.00000
25.125	10.132	32.830	-1000.00000	31.072	61.088	78.500	-1000.00000
25.125	12.963	34.720	-1000.00000	31.072	63.919	81.107	-1000.00000
25.125	15.794	36.731	-1000.00000	31.072	66.750	83.729	-1000.00000
25.125	18.625	38.844	-1000.00000	31.072	69.581	86.364	-1000.00000
25.125	21.456	41.044	-1000.00000	34.045	10.132	40.070	-1000.00000
25.125	24.287	43.317	-1000.00000	34.045	12.963	41.633	-1000.00000
25.125	27.117	45.653	-1000.00000	34.045	15.794	43.324	-1000.00000
25.125	29.948	48.042	-1000.00000	34.045	18.625	45.130	-1000.00000
25.125	32.779	50.477	-1000.00000	34.045	21.456	47.037	-1000.00000
25.125	35.610	52.951	-1000.00000	34.045	24.287	49.033	-1000.00000
25.125	38.441	55.459	-1000.00000	34.045	27.117	51.108	-1000.00000
25.125	41.272	57.997	-1000.00000	34.045	29.948	53.253	-1000.00000
25.125	44.103	60.561	-1000.00000	34.045	32.779	55.459	-1000.00000
25.125	46.934	63.147	-1000.00000	34.045	35.610	57.720	-1000.00000
25.125	49.765	65.754	-1000.00000	34.045	38.441	60.029	-1000.00000
25.125	52.596	68.379	-1000.00000	34.045	41.272	62.381	-1000.00000
25.125	55.426	71.019	-1000.00000	34.045	44.103	64.772	-1000.00000
25.125	58.257	73.674	-1000.00000	34.045	46.934	67.197	-1000.00000
25.125	61.088	76.341	-1000.00000	34.045	49.765	69.652	-1000.00000
25.125	63.919	79.020	-1000.00000	34.045	52.596	72.135	-1000.00000
25.125	66.750	81.709	-1000.00000	34.045	55.426	74.643	-1000.00000

PARATIA ASSE T DA PK 2+458 A PK 2+712  
RELAZIONE DI CALCOLO

*Codice documento*

CS0652\_F0

*Rev*

F0

*Data*

20/06/2011

34.045	58.257	77.173	-1000.00000	42.965	46.934	72.127	-1000.00000
34.045	61.088	79.723	-1000.00000	42.965	49.765	74.420	-1000.00000
34.045	63.919	82.292	-1000.00000	42.965	52.596	76.749	-1000.00000
34.045	66.750	84.877	-1000.00000	42.965	55.426	79.111	-1000.00000
34.045	69.581	87.478	-1000.00000	42.965	58.257	81.502	-1000.00000
37.019	10.132	42.626	-1000.00000	42.965	61.088	83.921	-1000.00000
37.019	12.963	44.098	-1000.00000	42.965	63.919	86.365	-1000.00000
37.019	15.794	45.698	-1000.00000	42.965	66.750	88.832	-1000.00000
37.019	18.625	47.413	-1000.00000	42.965	69.581	91.320	-1000.00000
37.019	21.456	49.232	-1000.00000	45.939	10.132	50.566	-1000.00000
37.019	24.287	51.142	-1000.00000	45.939	12.963	51.813	-1000.00000
37.019	27.117	53.135	-1000.00000	45.939	15.794	53.182	-1000.00000
37.019	29.948	55.201	-1000.00000	45.939	18.625	54.663	-1000.00000
37.019	32.779	57.332	-1000.00000	45.939	21.456	56.247	-1000.00000
37.019	35.610	59.522	-1000.00000	45.939	24.287	57.927	-1000.00000
37.019	38.441	61.764	-1000.00000	45.939	27.117	59.694	-1000.00000
37.019	41.272	64.053	-1000.00000	45.939	29.948	61.540	-1000.00000
37.019	44.103	66.383	-1000.00000	45.939	32.779	63.459	-1000.00000
37.019	46.934	68.751	-1000.00000	45.939	35.610	65.444	-1000.00000
37.019	49.765	71.153	-1000.00000	45.939	38.441	67.489	-1000.00000
37.019	52.596	73.585	-1000.00000	45.939	41.272	69.590	-1000.00000
37.019	55.426	76.045	-1000.00000	45.939	44.103	71.741	-1000.00000
37.019	58.257	78.530	-1000.00000	45.939	46.934	73.937	-1000.00000
37.019	61.088	81.038	-1000.00000	45.939	49.765	76.176	-1000.00000
37.019	63.919	83.566	-1000.00000	45.939	52.596	78.452	-1000.00000
37.019	66.750	86.113	-1000.00000	45.939	55.426	80.764	-1000.00000
37.019	69.581	88.677	-1000.00000	45.939	58.257	83.108	-1000.00000
39.992	10.132	45.232	-1000.00000	45.939	61.088	85.482	-1000.00000
39.992	12.963	46.622	-1000.00000	45.939	63.919	87.882	-1000.00000
39.992	15.794	48.138	-1000.00000	45.939	66.750	90.308	-1000.00000
39.992	18.625	49.769	-1000.00000	45.939	69.581	92.756	-1000.00000
39.992	21.456	51.505	-1000.00000	48.912	10.132	53.282	-1000.00000
39.992	24.287	53.334	-1000.00000	48.912	12.963	54.467	-1000.00000
39.992	27.117	55.248	-1000.00000	48.912	15.794	55.770	-1000.00000
39.992	29.948	57.237	-1000.00000	48.912	18.625	57.184	-1000.00000
39.992	32.779	59.296	-1000.00000	48.912	21.456	58.701	-1000.00000
39.992	35.610	61.416	-1000.00000	48.912	24.287	60.312	-1000.00000
39.992	38.441	63.591	-1000.00000	48.912	27.117	62.011	-1000.00000
39.992	41.272	65.816	-1000.00000	48.912	29.948	63.790	-1000.00000
39.992	44.103	68.086	-1000.00000	48.912	32.779	65.643	-1000.00000
39.992	46.934	70.397	-1000.00000	48.912	35.610	67.564	-1000.00000
39.992	49.765	72.744	-1000.00000	48.912	38.441	69.547	-1000.00000
39.992	52.596	75.125	-1000.00000	48.912	41.272	71.588	-1000.00000
39.992	55.426	77.536	-1000.00000	48.912	44.103	73.680	-1000.00000
39.992	58.257	79.975	-1000.00000	48.912	46.934	75.820	-1000.00000
39.992	61.088	82.438	-1000.00000	48.912	49.765	78.005	-1000.00000
39.992	63.919	84.925	-1000.00000	48.912	52.596	80.230	-1000.00000
39.992	66.750	87.432	-1000.00000	48.912	55.426	82.492	-1000.00000
39.992	69.581	89.959	-1000.00000	48.912	58.257	84.788	-1000.00000
42.965	10.132	47.881	-1000.00000	48.912	61.088	87.116	-1000.00000
42.965	12.963	49.196	-1000.00000	48.912	63.919	89.472	-1000.00000
42.965	15.794	50.635	-1000.00000	48.912	66.750	91.856	-1000.00000
42.965	18.625	52.189	-1000.00000	48.912	69.581	94.264	-1000.00000
42.965	21.456	53.846	-1000.00000	51.886	10.132	56.024	-1000.00000
42.965	24.287	55.598	-1000.00000	51.886	12.963	57.152	-1000.00000
42.965	27.117	57.437	-1000.00000	51.886	15.794	58.396	-1000.00000
42.965	29.948	59.353	-1000.00000	51.886	18.625	59.747	-1000.00000
42.965	32.779	61.340	-1000.00000	51.886	21.456	61.200	-1000.00000
42.965	35.610	63.392	-1000.00000	51.886	24.287	62.748	-1000.00000
42.965	38.441	65.502	-1000.00000	51.886	27.117	64.382	-1000.00000
42.965	41.272	67.664	-1000.00000	51.886	29.948	66.098	-1000.00000
42.965	44.103	69.874	-1000.00000	51.886	32.779	67.888	-1000.00000



51.886	35.610	69.747	-1000.00000	57.833	24.287	67.748	-1000.00000
51.886	38.441	71.670	-1000.00000	57.833	27.117	69.264	-1000.00000
51.886	41.272	73.651	-1000.00000	57.833	29.948	70.862	-1000.00000
51.886	44.103	75.687	-1000.00000	57.833	32.779	72.534	-1000.00000
51.886	46.934	77.772	-1000.00000	57.833	35.610	74.277	-1000.00000
51.886	49.765	79.903	-1000.00000	57.833	38.441	76.086	-1000.00000
51.886	52.596	82.076	-1000.00000	57.833	41.272	77.955	-1000.00000
51.886	55.426	84.289	-1000.00000	57.833	44.103	79.881	-1000.00000
51.886	58.257	86.537	-1000.00000	57.833	46.934	81.859	-1000.00000
51.886	61.088	88.819	-1000.00000	57.833	49.765	83.887	-1000.00000
51.886	63.919	91.132	-1000.00000	57.833	52.596	85.959	-1000.00000
51.886	66.750	93.473	-1000.00000	57.833	55.426	88.074	-1000.00000
51.886	69.581	95.841	-1000.00000	57.833	58.257	90.229	-1000.00000
54.859	10.132	58.789	-1000.00000	57.833	61.088	92.419	-1000.00000
54.859	12.963	59.864	-1000.00000	57.833	63.919	94.644	-1000.00000
54.859	15.794	61.053	-1000.00000	57.833	66.750	96.900	-1000.00000
54.859	18.625	62.347	-1000.00000	57.833	69.581	99.186	-1000.00000
54.859	21.456	63.741	-1000.00000	60.806	10.132	64.373	-1000.00000
54.859	24.287	65.228	-1000.00000	60.806	12.963	65.357	-1000.00000
54.859	27.117	66.802	-1000.00000	60.806	15.794	66.448	-1000.00000
54.859	29.948	68.457	-1000.00000	60.806	18.625	67.639	-1000.00000
54.859	32.779	70.187	-1000.00000	60.806	21.456	68.926	-1000.00000
54.859	35.610	71.986	-1000.00000	60.806	24.287	70.303	-1000.00000
54.859	38.441	73.851	-1000.00000	60.806	27.117	71.766	-1000.00000
54.859	41.272	75.775	-1000.00000	60.806	29.948	73.308	-1000.00000
54.859	44.103	77.755	-1000.00000	60.806	32.779	74.927	-1000.00000
54.859	46.934	79.786	-1000.00000	60.806	35.610	76.615	-1000.00000
54.859	49.765	81.865	-1000.00000	60.806	38.441	78.370	-1000.00000
54.859	52.596	83.988	-1000.00000	60.806	41.272	80.186	-1000.00000
54.859	55.426	86.151	-1000.00000	60.806	44.103	82.059	-1000.00000
54.859	58.257	88.352	-1000.00000	60.806	46.934	83.986	-1000.00000
54.859	61.088	90.588	-1000.00000	60.806	49.765	85.963	-1000.00000
54.859	63.919	92.857	-1000.00000	60.806	52.596	87.987	-1000.00000
54.859	66.750	95.156	-1000.00000	60.806	55.426	90.055	-1000.00000
54.859	69.581	97.482	-1000.00000	60.806	58.257	92.163	-1000.00000
57.833	10.132	61.572	-1000.00000	60.806	61.088	94.308	-1000.00000
57.833	12.963	62.601	-1000.00000	60.806	63.919	96.490	-1000.00000
57.833	15.794	63.738	-1000.00000	60.806	66.750	98.704	-1000.00000
57.833	18.625	64.979	-1000.00000	60.806	69.581	100.949	-1000.00000
57.833	21.456	66.317	-1000.00000				