

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA**

**CAVALCAFERROVIA**

**IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NV19:  
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3E 50 D 78 CL IV0300 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	M.Piscitelli	Dicembre 2019	A. Iorio L. Panelli	Dicembre 2019	F. Sparacino	Dicembre 2019	 <b>ITALFERR S.p.A.</b> Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Direzione Regionale UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. Daniele Tiberti

File: RS3E50D78CLIV0300002A.doc

n. Elab.: 878

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 2 di 107

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	9
4.1	CALCESTRUZZO PER MURI .....	9
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C.....	9
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	10
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	12
6.1	VITA NOMINALE .....	13
6.2	CLASSE D'USO .....	14
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO.....	15
6.4	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	15
6.5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO.....	16
6.6	PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO E SPETTRO DI PROGETTO .....	17
7	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008 .....	19
7.1	METODO AGLI STATI LIMITE ED APPROCCI DI PROGETTO .....	19
7.2	CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DI MURI DI SOSTEGNO .....	23
7.3	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE .....	24
7.4	PRESCRIZIONI GENERALI PER LE VERIFICHE IN FASE SISMICA .....	24
8	ANALISI DEI CARICHI.....	25
8.1	PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI .....	25
8.2	CARICHI ACCIDENTALI.....	25
8.3	SPINTE DEL TERRENO IN FASE STATICA.....	25
8.4	COEFFICIENTI SISMICI.....	26

8.5	SPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA.....	27
8.6	CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO .....	27
8.7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	30
8.7.1	Gruppi di carico.....	31
8.7.2	Coefficienti parziali e di combinazione.....	32
8.7.3	Combinazioni agli SLU.....	33
8.7.4	Combinazioni agli SLE.....	33
9	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	34
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	34
9.1.1	Verifica a ribaltamento .....	34
9.1.2	Verifica a carico limite.....	34
9.1.3	Verifica allo scorrimento.....	36
9.1.4	Stabilità Globale .....	38
9.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	39
9.2.1	Verifiche allo slu .....	39
9.2.2	Verifica agli SLE: Limitazione delle Tensioni e Fessurazione.....	42
10	ANALISI E VERIFICHE SPALLA SPB (LATO APPOGGI MOBILI) .....	43
10.1	MODELLO DI CALCOLO.....	43
10.1.1	Opzioni di calcolo .....	43
10.1.2	Geometria muro .....	44
10.1.3	Materiali.....	45
10.1.4	Geometria profilo terreno a monte del muro .....	46
10.1.5	Falda .....	46
10.1.6	Descrizione terreni.....	47
10.1.7	Condizioni di carico.....	49
10.1.8	Descrizione combinazioni di carico .....	50



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 -VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	4 di 107

10.1.9	Dati sismici.....	52
10.2	RISULTATI PER COMBINAZIONE .....	53
10.2.1	Spinta e forze.....	53
10.2.2	Verifiche geotecniche .....	56
10.2.3	Sollecitazioni .....	62
10.3	RISULTATI PER INVILUPPO .....	93
10.3.1	Spinta e forze.....	93
10.3.2	Verifiche geotecniche .....	94
10.3.3	Sollecitazioni .....	99
10.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	101
10.4.1	Armature di progetto.....	101
10.4.2	Verifiche SLU.....	102
10.4.3	Verifiche SLE.....	104
11	AZIONI SUGLI APPOGGI .....	105
11.1	ESCURSIONE DEI GIUNTI .....	106



	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO												
IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>6 di 107</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	6 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	6 di 107								

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'impalcato è costituito da una travata semplicemente appoggiata di lunghezza complessiva var. da 38.14 a 39.39 m e lunghezza netta tra gli appoggi var. da 35.77 a 37.02. La piattaforma ha una larghezza totale var. da 14.58 a 19.31 m con carreggiata di larghezza var. da 11.16 a 15.26m.

L'impalcato prevede una struttura mista in acciaio-calcestruzzo costituita da cinque travi metalliche ad interasse (distanza fra i baricentri) var da 2.50 a 2.85 m alla soletta in c.a. gettata in opera. Le travi sono poi collegate mediante diaframmi verticali posti ad interasse di 5 m.

La soletta in c.a. di spessore variabile con valore medio pari a 300 mm è gettata su predalles di 50 mm di spessore poggiate sulle piattabande superiori delle travi e collegata ad essi mediante connettori tipo "Nelson".

La soletta in calcestruzzo armato collaborante con le travi, garantisce, insieme ai traversi, la ripartizione dei carichi tra le travi dell'impalcato in esame.

Le sottostrutture consistono in due spalle di cui una di tipo "tradizionale" su pali e l'altra costituita da un muro su fondazione diretta. La spalla indicata con "SPA" è la spalla fissa mentre quella indicata con "SPB" è la spalla mobile. Il presente documento contiene le verifiche strutturali e geotecniche della spalla SPA.

Nel seguito del presente documento si riportano le analisi e verifiche della spalla mobile SPB rimandando ad apposita relazione di calcolo la verifica della spalla fissa SPA.

Di seguitosi riportano le principali caratteristiche geometriche della sottostruttura in esame ed a seguire le immagini delle carpenterie dell'opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici:

### SPALLA MOBILE SPB

Tipologia struttura di sostegno	Muro su fondazione diretta
Altezza muro frontale:	8.48 m
Spessore muro frontale: (dimensione in retto)	2.10 m
Altezza muro paraghiaia:	2.77 m
Spessore muro paraghiaia: (dimensione in retto)	0.50 m
Lunghezza plinto di fondazione:	29.35 m
Larghezza plinto di fondazione:	15.90 m
Spessore plinto di fondazione:	1.60 m

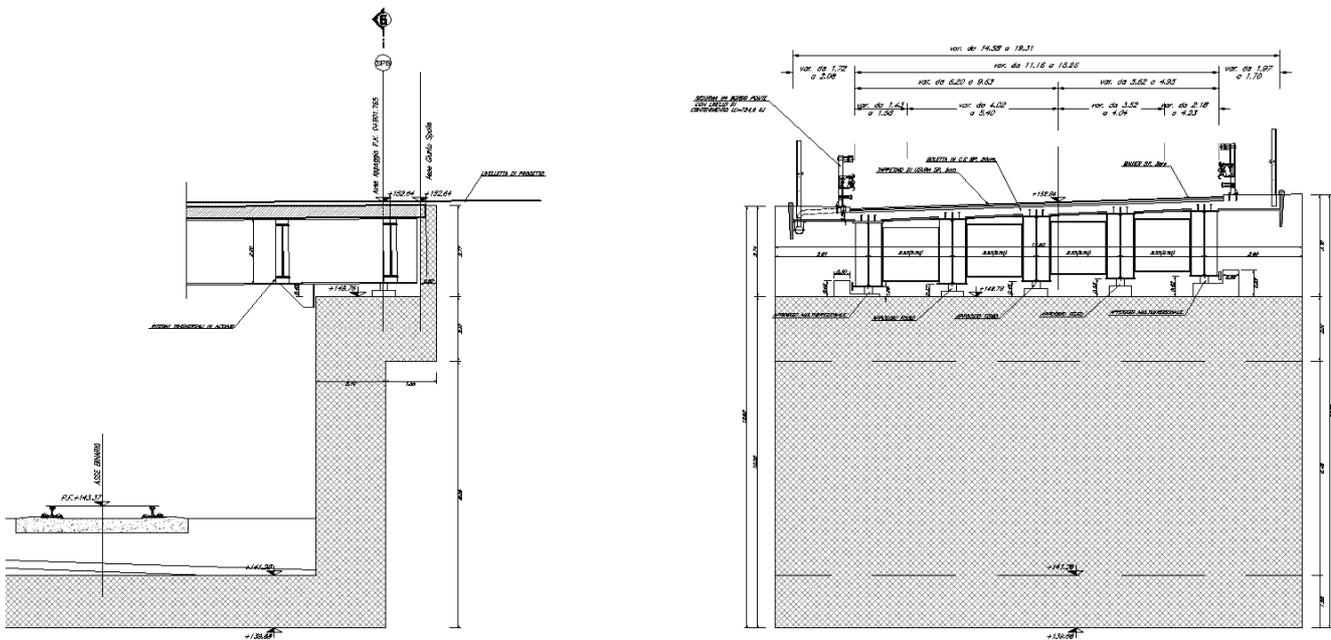


Fig. 1 – Spalla SPB

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLAB	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 8 di 107

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

##### **Normative e Documenti tecnici generali**

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, DM 14 gennaio 2008 – «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Circolare Applicativa n 617 del 2 Febbraio 2009 - «Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- Rif. [4] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Rif. [5] UNI EN 206-1:2006 Parte 1: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- Rif. [6] Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 361 del 26 settembre 2017, Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;
- Rif. [7] EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- Rif. [8] EUROCODICE 7: progettazione geotecnica
- Rif. [9] Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

##### **Documenti Tecnici RFI e/o di ambito ferroviario**

- Rif. [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [11] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [12] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [13] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [14] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [15] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [16] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 7 / Geologia (RFI DTC SI CS GE IFS 001 A – rev 22/12/2017)
- Rif. [17] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili (RFIDTCSICSSPIFS005 B - rev 22/12/2017)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA -VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM DM 14/01/2008 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 B.

### 4.1 CALCESTRUZZO PER MURI

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C30/37	Classe minima di consistenza
XC3	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$	S3 – S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>37</b>	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	30.7	$\text{N/mm}^2$
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	38.7	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	20.45	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	17.4	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	2.94	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.06	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.5	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.37	$\text{N/mm}^2$
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33019	$\text{N/mm}^2$

### 4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C

B450 C (controllato in stabilimento)

$f_{yk}$  = 450 MPa tensione caratteristica di snervamento

$f_{yd}$  =  $f_{yk} / 1.15 = 391 \text{ MPa}$  tensione caratteristica di calcolo

$E_s$  = 210000 MPa modulo elastico

Stato limite di esercizio SLE RARA:  $\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA -VIABILITÀ NV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il cavalcaferrovia è previsto in corrispondenza della viabilità della nuova stazione di Catenanuova (viabilità NV19). La fondazione della spalla A è costituita da pali  $D = 1200\text{mm}$ , mentre la spalla B è costituita da un muro su fondazione diretta.

In corrispondenza dell'opera sono state eseguite le indagini in sito elencate nella tabella seguente.

INDAGINI IN SITO									
Sondaggi / pozzetti	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni litoidi	N. prove SPT	n. prove Lefranc / Lugeon	n. prove pressiometriche	Piezometro TA; CC / Prova DH
D32	30.0	152.00	3	7	-	5	1	-	TA[3÷30]
S1	40.0	148.5	2	5	-	8	1	-	TA[1÷9]
TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante] CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]									

In corrispondenza del sondaggio D33 è stata eseguita una indagine sismica DH da cui evince categoria di sottosuolo tipo B: l'indagine è ubicata nelle vicinanze e presenta le stesse formazioni geologiche con spessori confrontabili, quindi anche per quest'opera si assume categoria sottosuolo B.

La stratigrafia lungo lo sviluppo del viadotto è la seguente (p.c. di riferimento a quota +152.0 m s.l.m.):

### SONDAGGIO D32

Unità		$Z_{top}$ [m]	$Z_{bottom}$ [m]	spessore
Depositi terrazzati coesivi limoso argillosi	bnc	0	-4	4
Depositi terrazzati ghiaioso sabbiosi	bni	-4	-7.5	3.5
Depositi terrazzati coesivi limoso argillosi	bnc	-7.5	-11.5	4
Depositi terrazzati ghiaioso sabbiosi	bni	-11.5	-14.5	3
Argille marnose grigie di Catenanuova	AAC	-15.5	max	-
FALDA: -13.87 m (da p.c. +152,0 m.s.l.m.): <u>Nel caso in esame la falda è posta a quota intradosso fondazione.</u>				



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	11 di 107

## PARAMETRI GEOTECNICI

Unità	$\gamma$	$c'$	$\varphi'$	E
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[°]	[MPa]
<b>bnc</b>	19.5	5 - 12	23 - 25	130 - 180
<b>bni</b>	19.5	0	35 - 38	200 - 800
<b>AAC</b>	20.5	5 - 23	19 - 24	200 - 900

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$c'$  = coesione drenata

$\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio

$E_o$  = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

$E'_{op,1}$  = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette

$E'_{op,2}$  = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.

## PARAMETRI ASSUNTI IN PROGETTO

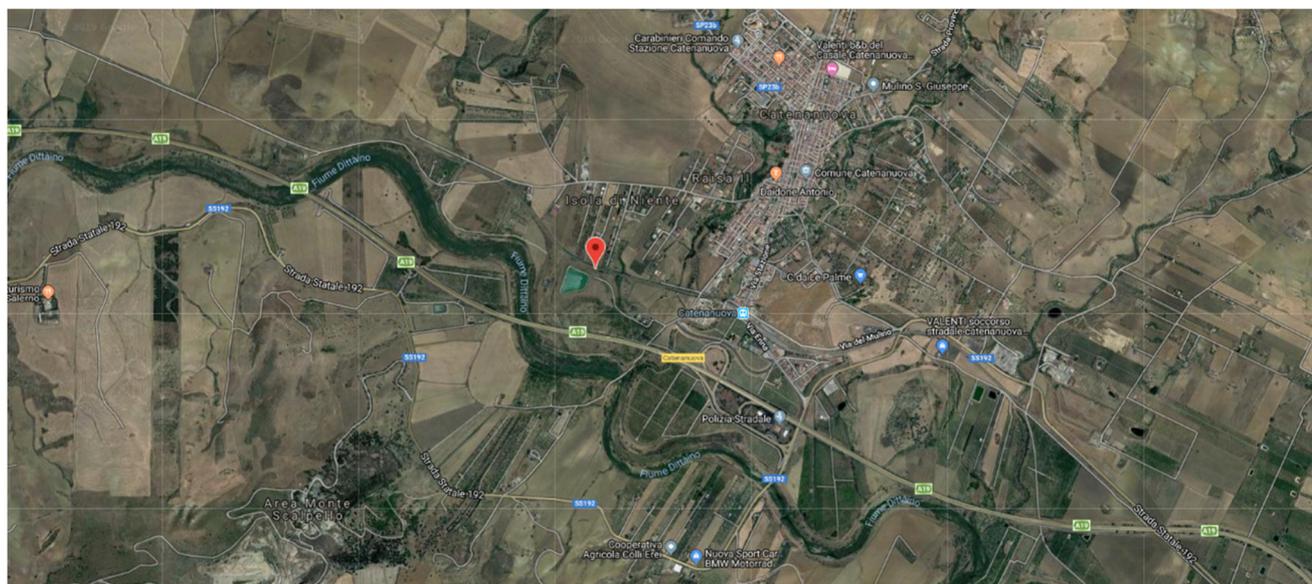
Unità	$\gamma$	$c'$	$\varphi'$	E	E'
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[°]	[MPa]	[MPa]
<b>bnc</b>	19.5	5	24	150	30
<b>bni</b>	19.5	0	35	400	80
<b>AAC</b>	20.5	10	24	600	120

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>12 di 107</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	12 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	12 di 107								

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo si riporta la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del D.M. 14 gennaio 2008.

Il viadotto stradale oggetto della presente relazione è posto in prossimità della progressiva di tracciato 13+075 e presenta le seguenti coordinate geografiche:



LATITUDINE

37.564

LONGITUDINE

14.680

COMUNE

Catenanuova

PROVINCIA

ENNA

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per la zona sismica di riferimento in cui ricade l'opera.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 13 di 107

## 6.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al *“MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B*.

**Tabella 1 Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione**

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale [ $V_N$ ] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ( $V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ( $V \geq 250$ Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
<p>(1) - La medesima <math>V_N</math> si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.</p> <p>(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.</p>	

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno vita nominale  $V_N = 75$ .

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 14 di 107

## 6.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per la definizione della Classe di uso da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria esistente si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

**Tabella 2 Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria**

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [CU]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

Facendo riferimento all'Allegato 5 della specifica alla pagina 151 del "MANUALE DI PROGETTAZIONE DI PONTI E STRUTTURE" - RFI DTC SICS MA IFS 001 B si ricade in classe d'uso tipo **Classe III con coefficiente d'uso CU=1,5**.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### 6.3 PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.50 = 112.5 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

### 6.4 VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{V_R}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = - \frac{C_u \cdot V_s}{\ln(1 - P_{V_s})}$$

da cui si ottiene la seguente Tabella:

**Tabella 3 Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato**

	STATO LIMITE	probabilità di superamento <b>PVR</b>	Valori in anni del periodo di ritorno <b>T<sub>R</sub></b>
<b>SLE</b>	SLO - Stato Limite di Operatività	81%	68
	SLD - Stato Limite di Danno	63%	113
<b>SLU</b>	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	1068
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%	2193

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati si ha:

STATO LIMITE	SLV
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	B
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1
VITA NOMINALE $V_N$	75
CLASSE D'USO	C III
COEFFICIENTE D'USO $C_U$	1.5
VITA DI RIFERIMENTO $V_R$	112.5

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLAB	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 6.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO

### Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008.

### Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente  $S = S_S \cdot S_T$  e di  $C_C$  in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle Tab.18 e 19 che sono riportate di seguito:

**Tabella 4 Tabella delle espressioni per  $S_S$  e  $C_C$**

Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**Tabella 5 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica  $S_T$**

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

B

CATEGORIA TOPOGRAFICA

T1



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3E 50 D 78 CL IV0300 002 A 17 di 107

### 6.6 PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO E SPETTRO DI PROGETTO

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limit&L** **Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limit&L**

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_x$	0.173 $g$
$F_x$	2.505
$T_c$	0.528 $s$
$S_T$	1.200
$C_c$	1.250
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.220 $s$
$T_C$	0.660 $s$
$T_D$	2.292 $s$

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_x \cdot S_z \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S+2)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.4; 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.3})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_x / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_c} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

La spettro di progetto  $S_d(T)$  per lo verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuta dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  moltiplicando con  $M_d$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.208
0.220	0.520
0.660	0.520
0.737	0.465
0.815	0.421
0.893	0.384
0.971	0.354
1.048	0.327
1.126	0.305
1.204	0.285
1.282	0.268
1.359	0.252
1.437	0.239
1.515	0.227
1.593	0.215
1.670	0.205
1.748	0.196
1.826	0.188
1.904	0.180
1.981	0.173
2.059	0.167
2.137	0.161
2.215	0.155
2.292	0.150
2.374	0.140
2.455	0.131
2.536	0.122
2.618	0.115
2.699	0.108
2.780	0.102
2.862	0.096
2.943	0.091
3.024	0.086
3.105	0.082
3.187	0.077
3.268	0.074
3.349	0.070
3.431	0.067
3.512	0.064
3.593	0.061
3.675	0.058
3.756	0.056
3.837	0.053
3.919	0.051
4.000	0.049

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_x$	0.097 $g$
$S_T$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 $s$
$T_C$	0.150 $s$
$T_D$	1.000 $s$

#### Parametri dipendenti

$F_x$	1.407
$S$	1.000
$\eta$	1.000

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_x \cdot S_z \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 § 3.2.3.5})$$

$$F_x = 1.35 \cdot F_c \cdot \left( \frac{a_x}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_c} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c$$

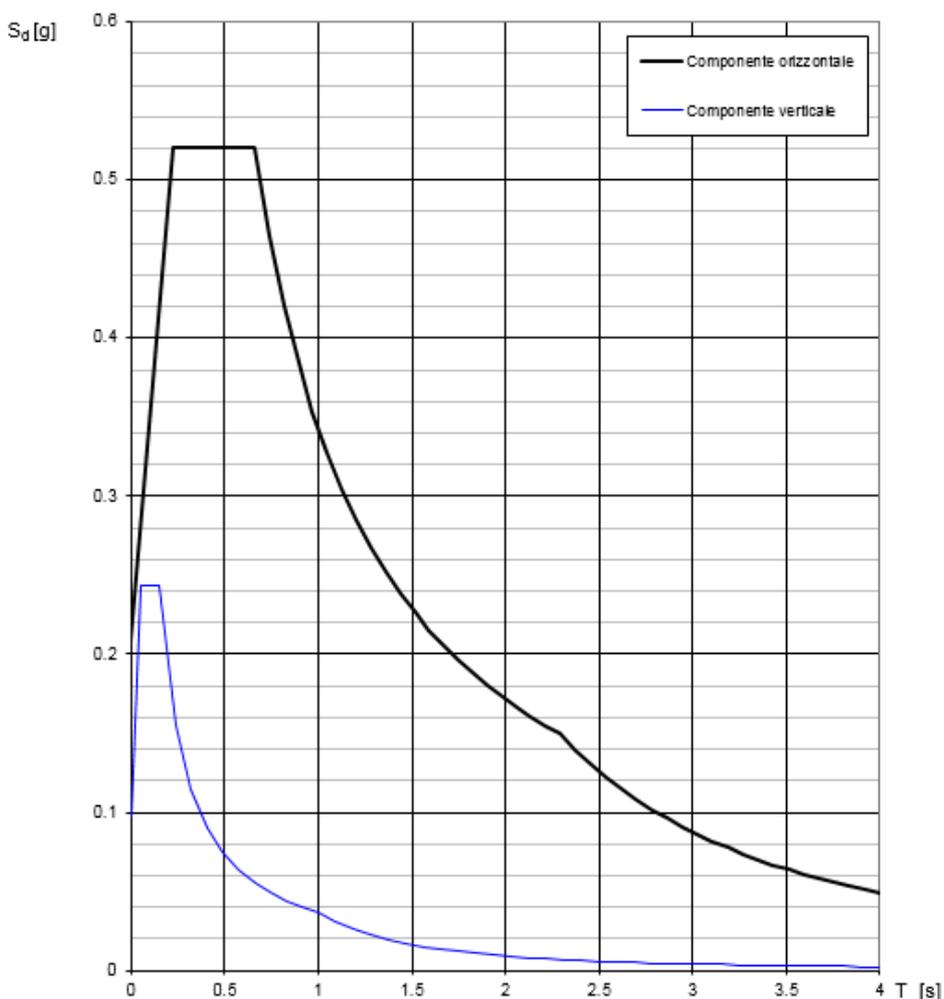
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Gli spettri di risposta di progetto allo SLV in direzione orizzontale (con  $q = 1.0$ ) e verticale (con  $q = 1.0$ ) sono rappresentati nella figura seguente.

### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

### Combinazione degli effetti dell' azione sismica

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2008, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X"  $1.0'E_X + 0.3'E_Y + 0.3'E_Z$ ;
- Sisma in direzione trasversale "Y"  $0.3'E_X + 1.0'E_Y + 0.3'E_Z$ ;
- Sisma in direzione verticale "Z"  $0.3'E_X + 0.3'E_Y + 1.0'E_Z$ .

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 19 di 107

## 7 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni salienti della Normativa riguardanti criteri generali di progettazione e verifica delle opere strutturali e geotecniche, oltre a specifiche da adottare per il caso delle Paratie di Sostegno.

### 7.1 METODO AGLI STATI LIMITE ED APPROCCI DI PROGETTO

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dal DM 14/01/08, con i criteri del **metodo semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

Per la sicurezza strutturale, la *resistenza* dei materiali e le *azioni* sono rappresentate dai valori caratteristici,  $R_{ki}$  e  $F_{kj}$  definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. I frattili sono stati assunti pari al 5%.

La normativa distingue inoltre tra *Stati Limite Ultimi* e *Stati Limite di Esercizio*.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

$R_d$  è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente  $\gamma_R$  opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fj}$ , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto  $F_{dj} = F_{kj} \gamma_{Fj}$  delle azioni, dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto ad:

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = E_k \gamma_E$  con  $\gamma_E = \gamma_F$ :

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA -VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 20 di 107

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 del DM 14.01.08, la verifica della condizione  $R_d \geq E_d$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (**Approccio 1**) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

**A1+M1+R1**

**A2+M2+R2**

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti:

**A1+M1+R3**

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

**EQU** perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido;

**STR** raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione e tutti gli altri elementi strutturali che eventualmente interagiscono con il terreno;

**GEO** raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

**UPL** perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento)

**HYD** erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I del DM 14.01.08 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 21 di 107

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a  $\gamma_P = 1,0$ .

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al § 2.5.3 del DM 14.01.08, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa, di seguito riportati per completezza:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<p>COMMESSA <b>RS3E</b></p>	<p>LOTTO 50</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0300 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 22 di 107</p>

### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

I valori dei coefficienti  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{G1}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati nel § 2.6.1.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto come già illustrati al paragrafo precedente:

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_r$	1,0	1,0

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme opere-terreno con esse interagenti da effettuare caso per caso in funzione del tipo di opera. (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc..)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.II di seguito riportata:

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

## 7.2 CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DI MURI DI SOSTEGNO

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $R_d \geq E_d$  come già descritta al paragrafo 7.1 sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnica (GEO)
  - scorrimento sul piano di posa;
  - collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (**A2+M2+R2**) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 14.01.08; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (**A1+M1+R3**), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I (di seguito riportata).

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.**

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA -VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 24 di 107

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti. Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico ferroviario, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.II.V e 5.II.VII del già citato DM.

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

### 7.3 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 del DM 14.01.08 e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito:

*Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.*

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

**Tabella 6.8.I** – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

### 7.4 PRESCRIZIONI GENERALI PER LE VERIFICHE IN FASE SISMICA

La Verifica di Stabilità Globale del complesso opera-terreno in condizioni sismiche, va effettuata tenendo conto delle prescrizioni del § 7.11.4 tenendo conto dei coefficienti parziali di cui al § 7.11.1..

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 25 di 107

## 8 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate, in ossequio alle prescrizioni normative.

### 8.1 PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

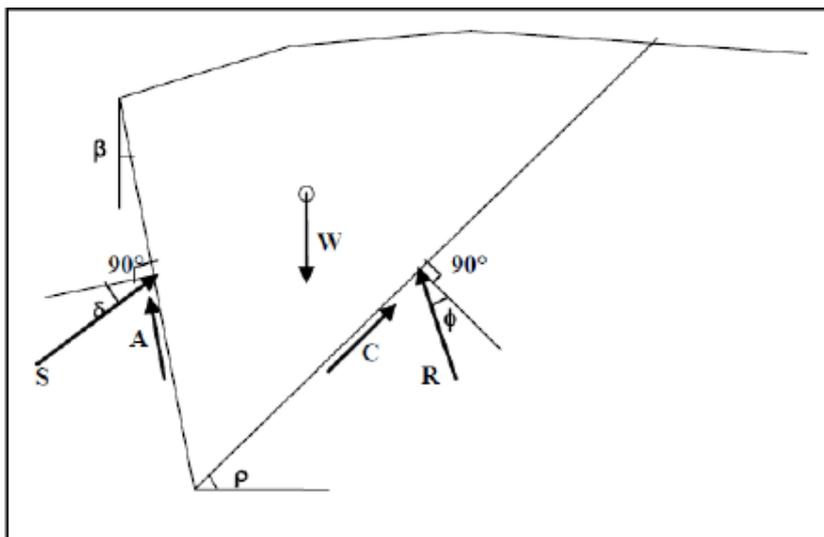
### 8.2 CARICHI ACCIDENTALI

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla:  $q = 20 \text{ kN/m}^2$ .

### 8.3 SPINTE DEL TERRENO IN FASE STATICA

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 26 di 107

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, sono riportati gli estremi, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz, al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata **z** si trova il cuneo di rottura e la spinta **S<sub>i</sub>** ottenendo la distribuzione della spinta **S(z)** lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità **z**, rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore  $\delta = 0.6 \varphi'$  mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

<b>per</b>	$\varphi < 30^\circ$	$\delta = \text{tg } \varphi'$ ;
<b>per</b>	$\varphi > 35^\circ$	$\delta = 0.85 \text{ tg } \varphi'$ ;
<b>per</b>	$30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$	$\delta$ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

## 8.4 COEFFICIENTI SISMICI

Il § 7.11.6.2.1 del DM 14.01.08, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
V03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 27 di 107

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \qquad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

$g$  : è l'accelerazione di gravità;

$a_{max} = S_s S_T a_g$  è l'accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento, mentre  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.  $S_s$  e  $S_T$  coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo

$\beta_m$  : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori specificati di seguito:

**Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

**Figura 1 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)**

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica; negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

## 8.5 SPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente § 8.3, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

## 8.6 CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, a cui si rimanda per le reazioni sugli appoggi derivanti dall'analisi dell'impalcato (vedi schema appoggi campata tipo):



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 -VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	28 di 107



*FISSO*



*UNIDIREZIONALE  
 TRASVERSALE*



*UNIDIREZIONALE  
 LONGITUDINALE*



*MUL TIDIREZIONALE*





NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3E 50 D 78 CL IV0300 002 A 29 di 107

**SCARICHI APPOGGI FISSI - SPA**

Load	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)					
ULS A1 Gr1	1	M	0.0	0.0	1871.3	2	F	-8.1	-23.2	2156.4	3	M	0.0	0.0	2243.6	4	F	8.1	-27.0	2731.4	5	M	0.0	0.0	2169.0
ULS A1 Gr2a	1	M	0.0	0.0	1637.9	2	F	-260.3	-25.1	1526.4	3	M	0.0	0.0	1886.4	4	F	-255.9	-34.9	2126.4	5	M	0.0	0.0	1846.2
ULS A1 Gr2b	1	M	0.0	0.0	1576.4	2	F	-33.4	-99.2	1591.3	3	M	0.0	0.0	1825.7	4	F	33.4	-118.8	2236.3	5	M	0.0	0.0	1832.4
ULS A1 Gr1	1	M	0.0	0.0	1325.8	2	F	-8.1	-23.2	272.9	3	M	0.0	0.0	1087.9	4	F	8.1	-27.0	1376.5	5	M	0.0	0.0	1333.9
ULS A1 Gr2a	1	M	0.0	0.0	1317.4	2	F	-260.3	-25.1	395.7	3	M	0.0	0.0	1127.2	4	F	-255.9	-34.9	1321.9	5	M	0.0	0.0	1353.3
ULS A1 Gr2b	1	M	0.0	0.0	1255.9	2	F	-33.4	-99.2	460.6	3	M	0.0	0.0	1066.4	4	F	33.4	-118.8	1431.8	5	M	0.0	0.0	1339.5
ULS A1 Q5 2	1	M	0.0	0.0	1650.3	2	F	-13.4	-38.7	1606.3	3	M	0.0	0.0	1850.4	4	F	13.4	-45.0	2242.3	5	M	0.0	0.0	1853.3
ULS A1 Q5 2	1	M	0.0	0.0	1329.9	2	F	-13.4	-38.7	475.6	3	M	0.0	0.0	1091.1	4	F	13.4	-45.0	1437.8	5	M	0.0	0.0	1360.4
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Fz	1	M	0.0	0.0	962.2	2	F	1147.6	1103.4	544.1	3	M	0.0	0.0	802.7	4	F	1127.9	1100.9	1058.1	5	M	0.0	0.0	954.3
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Fz	1	M	0.0	0.0	946.4	2	F	1114.8	1101.4	537.5	3	M	0.0	0.0	785.8	4	F	1108.8	1100.7	1048.4	5	M	0.0	0.0	941.3
SLS RA Gr1 Gfav	1	M	0.0	0.0	1337.1	2	F	-5.4	-15.5	1580.8	3	M	0.0	0.0	1634.1	4	F	5.4	-18.0	1984.5	5	M	0.0	0.0	1559.9
SLS RA Gr2a Gfav	1	M	0.0	0.0	1167.8	2	F	-192.2	-16.9	1114.9	3	M	0.0	0.0	1371.0	4	F	-190.2	-23.9	1538.3	5	M	0.0	0.0	1323.9
SLS RA Gr2b Gfav	1	M	0.0	0.0	1122.2	2	F	-24.1	-71.8	1162.9	3	M	0.0	0.0	1326.0	4	F	24.1	-86.0	1619.6	5	M	0.0	0.0	1313.7
SLS RA Gr1 Gfav	1	M	0.0	0.0	933.0	2	F	-5.4	-15.5	185.6	3	M	0.0	0.0	778.1	4	F	5.4	-18.0	980.8	5	M	0.0	0.0	941.4
SLS RA Gr2a Gfav	1	M	0.0	0.0	930.4	2	F	-192.2	-16.9	277.4	3	M	0.0	0.0	808.6	4	F	-190.2	-23.9	942.3	5	M	0.0	0.0	958.8
SLS RA Gr2b Gfav	1	M	0.0	0.0	884.8	2	F	-24.1	-71.8	325.4	3	M	0.0	0.0	763.6	4	F	24.1	-86.0	1023.7	5	M	0.0	0.0	948.6
SLS RA Q5c Gfav	1	M	0.0	0.0	1174.0	2	F	-9.0	-25.8	1173.4	3	M	0.0	0.0	1343.0	4	F	9.0	-30.0	1621.7	5	M	0.0	0.0	1325.7
SLS RA Q5c Gfav	1	M	0.0	0.0	904.2	2	F	-9.0	-25.8	329.1	3	M	0.0	0.0	767.7	4	F	9.0	-30.0	1008.3	5	M	0.0	0.0	932.6
SLS FR Gr1	1	M	0.0	0.0	1178.0	2	F	0.0	0.0	1173.5	3	M	0.0	0.0	1341.6	4	F	0.0	0.0	1608.7	5	M	0.0	0.0	1309.1
SLS FR Gr1	1	M	0.0	0.0	940.6	2	F	0.0	0.0	336.0	3	M	0.0	0.0	779.2	4	F	0.0	0.0	1012.8	5	M	0.0	0.0	944.0
SLS QP	1	M	0.0	0.0	939.6	2	F	0.0	0.0	534.7	3	M	0.0	0.0	778.5	4	F	0.0	0.0	1044.2	5	M	0.0	0.0	935.6

**SCARICHI APPOGGI SPALLA MOBILE - SPB**

Load	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)					
ULS A1 Gr1	6	M	0.0	0.0	2126.1	7	UL	0.0	-25.1	2402.0	8	M	0.0	0.0	2291.7	9	UL	0.0	-16.1	2183.9	10	M	0.0	0.0	2213.1
ULS A1 Gr2a	6	M	0.0	0.0	1679.0	7	UL	0.0	-14.3	1969.7	8	M	0.0	0.0	1867.0	9	UL	0.0	-17.0	1773.6	10	M	0.0	0.0	1907.0
ULS A1 Gr2b	6	M	0.0	0.0	1641.7	7	UL	0.0	-118.4	1944.0	8	M	0.0	0.0	1870.1	9	UL	0.0	-88.4	1763.6	10	M	0.0	0.0	1938.3
ULS A1 Gr1	6	M	0.0	0.0	747.4	7	UL	0.0	-25.1	1088.8	8	M	0.0	0.0	980.7	9	UL	0.0	-16.1	1098.9	10	M	0.0	0.0	1502.5
ULS A1 Gr2a	6	M	0.0	0.0	904.5	7	UL	0.0	-14.3	1091.0	8	M	0.0	0.0	1017.4	9	UL	0.0	-17.0	1104.4	10	M	0.0	0.0	1462.3
ULS A1 Gr2b	6	M	0.0	0.0	867.1	7	UL	0.0	-118.4	1065.3	8	M	0.0	0.0	1020.4	9	UL	0.0	-88.4	1094.4	10	M	0.0	0.0	1493.7
ULS A1 Q5 2	6	M	0.0	0.0	1700.4	7	UL	0.0	-41.8	1976.1	8	M	0.0	0.0	1884.0	9	UL	0.0	-26.8	1789.0	10	M	0.0	0.0	1960.2
ULS A1 Q5 2	6	M	0.0	0.0	925.8	7	UL	0.0	-41.8	1097.4	8	M	0.0	0.0	1034.4	9	UL	0.0	-26.8	1119.8	10	M	0.0	0.0	1515.5
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Fz	6	M	0.0	0.0	854.9	7	UL	0.0	1112.2	820.0	8	M	0.0	0.0	786.0	9	UL	0.0	1115.2	816.8	10	M	0.0	0.0	1053.5
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Fz	6	M	0.0	0.0	839.1	7	UL	0.0	1105.0	807.1	8	M	0.0	0.0	775.6	9	UL	0.0	1105.9	805.7	10	M	0.0	0.0	1038.5
SLS RA Gr1 Gfav	6	M	0.0	0.0	1535.6	7	UL	0.0	-16.7	1753.0	8	M	0.0	0.0	1669.7	9	UL	0.0	-10.7	1588.1	10	M	0.0	0.0	1583.7
SLS RA Gr2a Gfav	6	M	0.0	0.0	1207.3	7	UL	0.0	-8.7	1434.0	8	M	0.0	0.0	1356.5	9	UL	0.0	-11.4	1285.7	10	M	0.0	0.0	1360.9
SLS RA Gr2b Gfav	6	M	0.0	0.0	1179.6	7	UL	0.0	-85.8	1415.0	8	M	0.0	0.0	1358.8	9	UL	0.0	-64.3	1278.3	10	M	0.0	0.0	1384.1
SLS RA Gr1 Gfav	6	M	0.0	0.0	514.4	7	UL	0.0	-16.7	780.3	8	M	0.0	0.0	698.6	9	UL	0.0	-10.7	784.3	10	M	0.0	0.0	1057.4
SLS RA Gr2a Gfav	6	M	0.0	0.0	633.5	7	UL	0.0	-8.7	783.2	8	M	0.0	0.0	727.1	9	UL	0.0	-11.4	790.0	10	M	0.0	0.0	1031.5
SLS RA Gr2b Gfav	6	M	0.0	0.0	605.8	7	UL	0.0	-85.8	764.1	8	M	0.0	0.0	729.4	9	UL	0.0	-64.3	782.5	10	M	0.0	0.0	1054.8
SLS RA Q5c Gfav	6	M	0.0	0.0	1220.8	7	UL	0.0	-27.9	1437.7	8	M	0.0	0.0	1367.6	9	UL	0.0	-17.9	1295.6	10	M	0.0	0.0	1395.9
SLS RA Q5c Gfav	6	M	0.0	0.0	622.0	7	UL	0.0	-27.9	776.0	8	M	0.0	0.0	725.9	9	UL	0.0	-17.9	786.1	10	M	0.0	0.0	1031.1
SLS FR Gr1	6	M	0.0	0.0	1225.3	7	UL	0.0	0.0	1439.3	8	M	0.0	0.0	1361.2	9	UL	0.0	0.0	1292.5	10	M	0.0	0.0	1377.3
SLS FR Gr1	6	M	0.0	0.0	651.5	7	UL	0.0	0.0	788.4	8	M	0.0	0.0	731.8	9	UL	0.0	0.0	796.8	10	M	0.0	0.0	1048.0
SLS QP	6	M	0.0	0.0	832.3	7	UL	0.0	0.0	801.4	8	M	0.0	0.0	771.1	9	UL	0.0	0.0	801.0	10	M	0.0	0.0	1032.1

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
V03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 30 di 107

## 8.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC08, si definiscono le seguenti combinazioni di:

- Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione SISMICA, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omissi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente  $\psi_{2i}$  per i carichi mobili è pari a  $\psi_{2i} = 0.0$ .

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione  $\gamma_G$ ,  $\gamma_Q$  e  $\gamma_Y$  sono riepilogati nei paragrafi seguenti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### 8.7.1 Gruppi di carico

Nella tabella seguente, in accordo a quanto specificato in tabella 5.1.3.12 del D.M.14/01/2008., sono esplicitati i gruppi di carico considerati per i carichi accidentali da traffico.

**Tabella 6 – Valori caratteristici delle azioni da traffico**

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti pedonali  
 (\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
 (\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Coerentemente nel seguito si fa riferimento ai gruppi di azioni da traffico 1, 2a e 2b.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 8.7.2 Coefficienti parziali e di combinazione

Si utilizzano i coefficienti parziali di sicurezza e i coefficienti di combinazione di seguito riportati.

**Tabella 7 – Coefficienti parziali di sicurezza agli SLU**

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}$ , $\gamma_{e3}$ , $\gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 8 – Coefficienti di combinazione**

Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>33 di 107</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	33 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	33 di 107								

### 8.7.3 Combinazioni agli SLU

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche strutturali dell'impalcato agli SLU.

Combinazione		G1	G2	E1	E2	E3	Gr.1	Gr.2a	Gr.2b	Q5	Q6	Q7	Q8
A1 STR	Gr.1	1.35	1.35	0	1.2	0.72	1.35	0	0	0.9	0	0	0
	Gr.2a	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	1.35	0	0.9	0	0	0
	Gr.2b	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	0	1.35	0.9	0	0	0
	Q5	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	0	1	1.5	0	0	0
SISMA	SLV Z	1	1	0	1	0.5	0		0	0	1	0	0
ECCEZIONALE	-	1	1	0	1	0.5	0		0	0	0	0	1

### 8.7.4 Combinazioni agli SLE

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche dell'impalcato agli SLE.

Combinazione		G1	G2	E1	E2	E3	Gr.1	Gr.2a	Gr.2b	Q5
RARA	Gr.1	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0.6
	Gr.2a	1	1	0	1	0.6	0	1	0	0.6
	Gr.2b	1	1	0	1	0.6	0	0	1	0.6
FREQUENTE	Gr.2a	1	1	0	1	0.5	0	1	0	0
	Gr.2b	1	1	0	1	0.5	0	0	1	0
QUASI PERMANENTE	-	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 34 di 107

## 9 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normative vigente, come già descritte al precedente paragrafo 7

### 9.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa.

#### 9.1.1 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

$M_{rib}$  : momento delle azioni ribaltanti;

$M_{sta}$  : momento delle azioni stabilizzanti

ocorrerà verificare quanto segue:  $M_{sta} / R \geq M_{rib}$

#### 9.1.2 Verifica a carico limite

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ( $ca \leq c$ )
- V Azione tagliante
- $\varphi$  Angolo d'attrito
- $\delta$  Angolo di attrito terreno fondazione
- $\gamma$  Peso specifico del terreno
- $K_p$  Coefficiente di spinta passiva espresso da  $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- $\eta$  inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Risulta:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### Caso generale

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

### Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c, d_q$  e  $d_\gamma$  sono i fattori di profondità,  $s_c, s_q$  e  $s_\gamma$  sono i fattori di forma,  $i_c, i_q$  e  $i_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del carico,  $b_c, b_q$  e  $b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e  $g_c, g_q$  e  $g_\gamma$  sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c, N_q, N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = K p e^{\pi \cdot tg \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) c t g \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) t g \phi$$

#### Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} t g \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

#### Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} > 1$$

#### Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come  $Af = B' \times L'$  ( $B'$  e  $L'$  sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico  $e_B, e_L$  dalle relazioni  $B' = B - 2e_B, L' = L - 2e_L$ ) con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

#### Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$
	$b_q = e^{-2.7 \eta \phi}$
	$b_\gamma = e^{-2.7 \eta \phi}$

#### Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 t g \beta)^\beta$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_y = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_y = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

### 9.1.3 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento ( $F_r$ ) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale  $\gamma_r$  stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti ( $F_s$ ) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto  $F_r/F_s$  risulti non inferiore di  $\gamma_r$ , fissato dalla normativa pari ad 1,1.

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

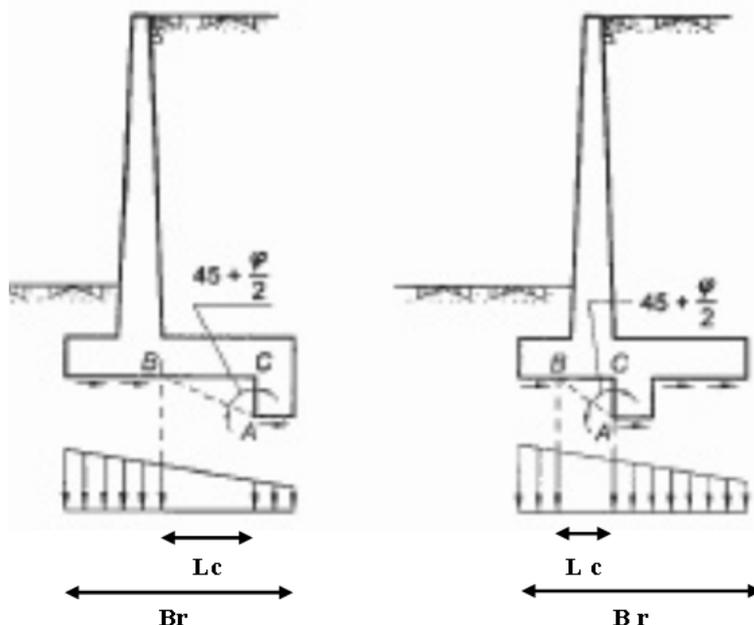
Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

In casi particolari specificati dalla normativa, è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva  $S_p$  del terreno a valle del muro.

La valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti  $A$  ed  $M$  fissati dalla normativa per le combinazioni di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alla teoria di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto  $N$  la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione,  $Q$  l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo,  $S_p$  la resistenza passiva,  $L_c$  l'ampiezza del cuneo e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + S_p + c_a \cdot L_r \quad \text{con } L_r = B_r - L_c$$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

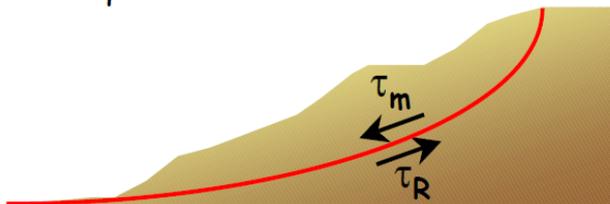
- |     |                                    |  |
|-----|------------------------------------|--|
| per | $\phi < 30^\circ$                  | $\mu = \operatorname{tg} \phi'$ ;          |
| per | $\phi > 35^\circ$                  | $\mu = 0.85 \operatorname{tg} \phi'$ ;     |
| per | $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ | $\mu$ si ricava per interpolazione lineare |

Infine l'adesione  $c_a$  terra-opera è stata assunta pari al valore di coesione del terreno di fondazione.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 38 di 107

### 9.1.4 Stabilità Globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica, come già illustrate al precedente § 7.2 e 7.4;

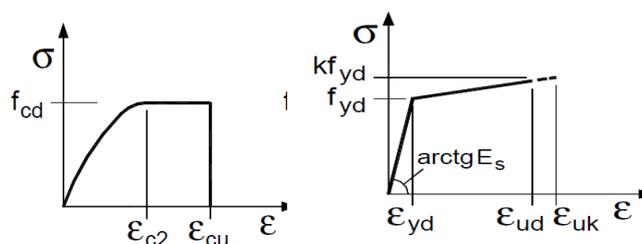
## 9.2 VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

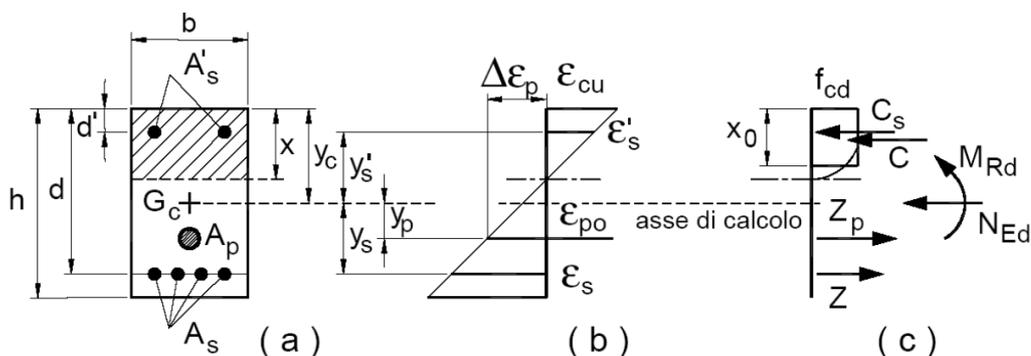
### 9.2.1 Verifiche allo slU

#### Pressoflessione sezioni in c.a.

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3.4.2 del DM 14.01.08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consiste nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
V03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A	FOGLIO 40 di 107

### Taglio sezioni in c.a.

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  degli elementi strutturali in c.a., può essere valutata secondo le formulazioni fornite al § 4.1.2.3.5 del DM 14.01.08, riferite sia al caso di “elementi privi di armatura a taglio” sia al caso di “elementi armati a taglio”.

Per il caso di una membratura priva di armatura specifica, risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- $d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ , che assumono nell'ordine le seguenti espressioni:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

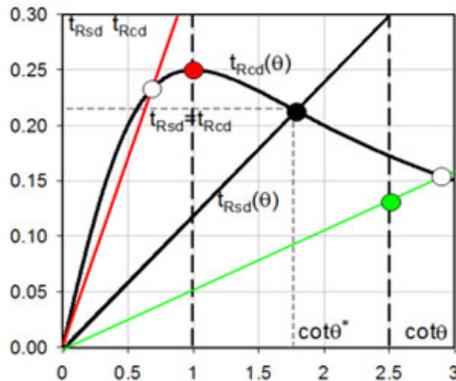
Essendo:  $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.3.5.2 del DM 14.01.08 considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$



- Se la  $\cot\theta^*$  è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la  $\cot\theta^*$  è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rsd})$  coincide con il massimo taglio supportato dalle armature trasversali valutabile per una  $\cot\theta=2,5$ .
- Se la  $\cot\theta^*$  è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd})$  coincide con il massimo taglio supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una  $\cot\theta=1,0$ .

( $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$  coefficiente maggiorativo pari a

1	per membrature non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$
1,25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
$2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$  : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 9.2.2 Verifica agli SLE: Limitazione delle Tensioni e Fessurazione

Il controllo delle tensioni nei materiali viene effettuato supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare.

### Verifica di fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo che l'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio non superi i valori limite; anche in tal caso, come per le verifiche tensionali, ci si è riferiti alle prescrizioni maggiormente restrittive stabilite nell'ambito del progetto di opere ferroviarie nel documento RFI "Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B" – § 2.5.1.8.3.2.4, che prescrive in particolare quanto segue

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure  $\delta_f$ , calcolata per la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.01.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.01.2008

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si è previsto di adottare il limite : **w1=0,20 mm** trattandosi in generale di strutture a permanente contatto col terreno.

### Verifica delle tensioni di esercizio

In accordo con la normativa ferroviaria, che pone limiti tensionali più severi rispetto a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008, la massima tensione di compressione del cls deve rispettare la limitazione:

- $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara);
- $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

La massima tensione di trazione dell'acciaio deve rispettare la limitazione:

- $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$  per combinazione caratteristica (rara).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<p>COMMESSA <b>RS3E</b></p>	<p>LOTTO 50</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0300 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 43 di 107</p>

## 10 ANALISI E VERIFICHE SPALLA SPB (LATO APPOGGI MOBILI)

### 10.1 MODELLO DI CALCOLO

#### 10.1.1 Opzioni di calcolo

##### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

##### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_7$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione

##### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

##### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

##### Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

##### Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Edometrico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
$\Delta H$ massimo suddivisione strati	1.00 [m]

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>44 di 107</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	44 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	44 di 107								

## 10.1.2 Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	C30/37	
Altezza paramento	11.25	[m]
Altezza paramento libero	11.25	[m]

#### Geometria gradoni

##### Simbologia adottata

n°	indice gradone (a partire dall'alto)
Bs, Bi	Base superiore ed inferiore del gradone, espressa in [m]
H	altezza del gradone, espressa in [m]
Ae, Ai	inclinazione esterna ed interna del gradone espressa in [°]

n°	X	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
1	0.00	0.50	0.50	2.77	0.00	0.00
2	0.00	2.10	2.10	8.48	0.00	0.00

#### Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	27.26	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.00	[m]
Lunghezza totale	29.36	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>45 di 107</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	45 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	45 di 107								

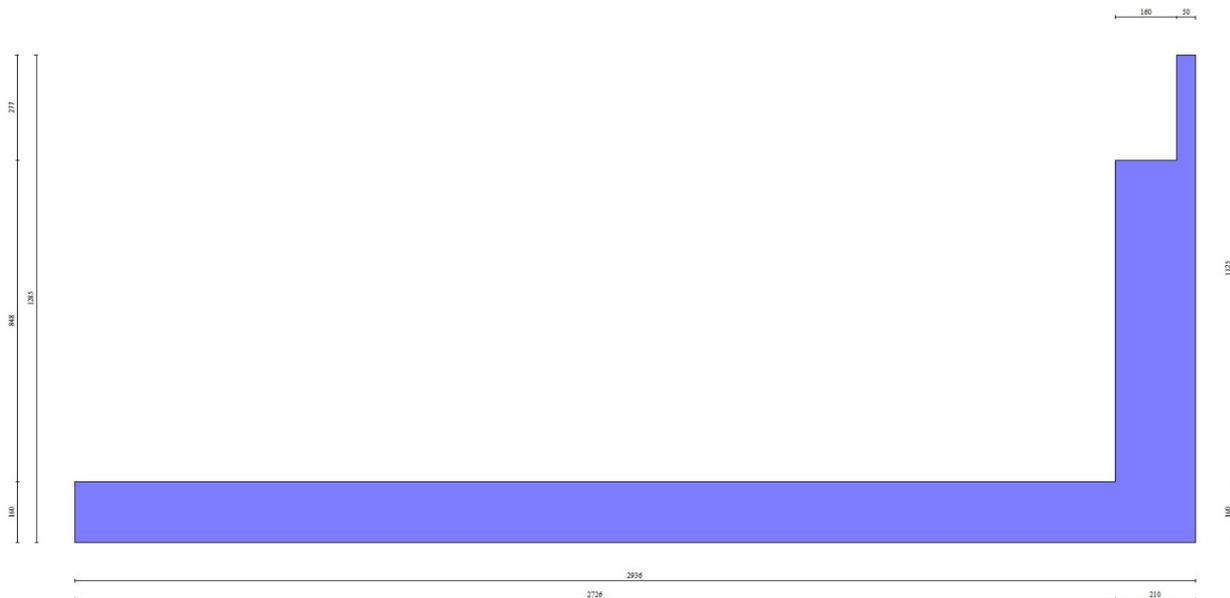


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### 10.1.3 Materiali

Simbologia adottata

n°       Indice materiale

Descr    Descrizione del materiale

#### Calcestruzzo armato

C        Classe di resistenza del cls

A        Classe di resistenza dell'acciaio

$\gamma$        Peso specifico, espresso in [kN/mc]

$R_{ck}$      Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E        Modulo elastico, espresso in [kPa]

$\nu$        Coeff. di Poisson

n        Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

$n_{tc}$      Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	v	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C30/37	C30/37	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

#### 10.1.4 Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

- n° numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	30.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

#### 10.1.5 Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

- n° numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-30.00	-13.00	0.000
2	30.00	-13.00	0.000

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### 10.1.6 Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c <sub>a</sub>	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	c <sub>a</sub> [kPa]
1	Rilevato	20.0000	20.0000	38.000	25.330	0	0
2	AAC	20.5000	20.5000	24.000	24.000	10	0
3	bnc	19.5000	19.5000	24.000	16.000	5	0
4	bni	19.5000	19.5000	36.000	24.000	0	0

#### Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
E <sub>d</sub>	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	$\nu$	E <sub>d</sub> [kPa]	CR	RR	OCR
2	AAC	120000	0.250	120000	0.000	0.000	1.000
3	bnc	30000	0.250	30000	0.000	0.000	1.000
4	bni	80000	0.250	80000	0.000	0.000	1.000

#### Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Ks Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	4.00	0.000	bnc	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	3.50	0.000	bni	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
3	4.00	0.000	bnc	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
4	3.00	0.000	bni	0.450	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
5	10.00	0.000	AAC	0.682	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

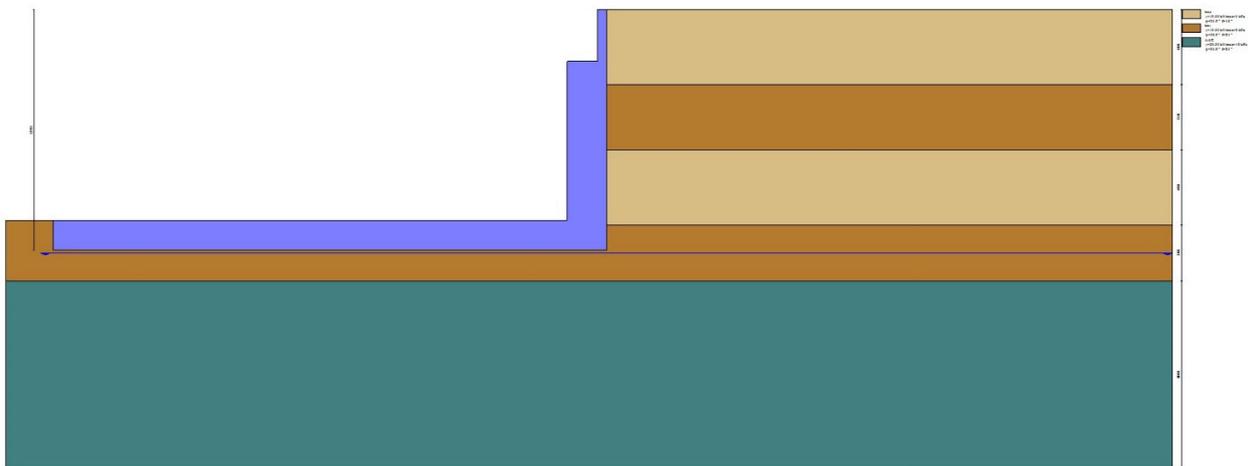


Fig. 2 - Stratigrafia

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### 10.1.7 Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]

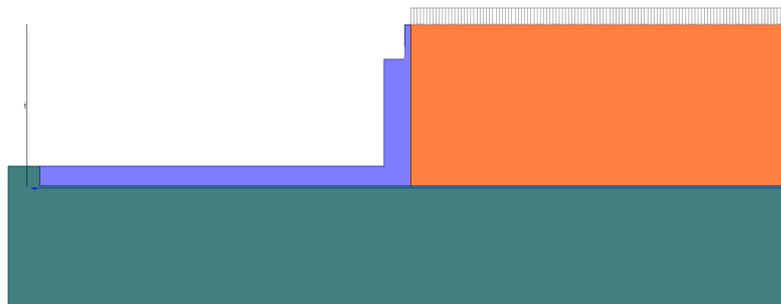
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (Traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.40$  -  $\Psi_1=0.40$  -  $\Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.00	30.00	20.0000	20.0000



#### Condizione n° 2 (Scarico impalcato SLU) - PERMANENTE

#### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.50; -2.77	0.0000	705.0000	0.0000				

#### Condizione n° 3 (Scarico impalcato SLV) - PERMANENTE

#### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.50; -2.77	0.0000	272.0000	0.0000				

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

#### Condizione n° 4 (Scarico impalcato SLE) - PERMANENTE

##### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.50; -2.77	0.0000	511.0000	0.0000				

### 10.1.8 Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole
Scarico impalcato SLU	1.00	--	Favorevole



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	51 di 107

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLV	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLV	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO A2-M2-R2

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole
Scarico impalcato SLU	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO A2-M2-R2 H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLV	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO A2-M2-R2 H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLV	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole
Scarico impalcato SLU	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLV	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLV	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	52 di 107

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Scarico impalcato SLE	1.00	--	Sfavorevole
Traffico veicolare	1.00	0.40	Sfavorevole

#### Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLE	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Scarico impalcato SLE	1.00	--	Sfavorevole

### 10.1.9 Dati sismici

Comune	Raddusa
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Latitudine	37.564000
Longitudine	14.680000
Indice punti di interpolazione	47638 - 47637 - 47859 - 47860
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.668
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.170
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.520
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.540
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000
Coeff. di riduzione	$\beta_m$			0.240
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	$\beta_m$			0.000
Coeff. di intensità sismica orizzontale	$k_h$	[%]		6.238
Coeff. di intensità sismica verticale	$k_v=0.50 k_h$	[%]		3.119

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	53 di 107

## 10.2 RISULTATI PER COMBINAZIONE

### 10.2.1 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>X</sub>, P<sub>Y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C <sub>X</sub>	C <sub>Y</sub>	P <sub>X</sub>	P <sub>Y</sub>
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	753.95	19.21	711.95	248.12	0.00	-8.18
	Peso/Inerzia muro			0.00	1622.27/0.00	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			508.84		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	705.00	--	--
2	Spinta statica	472.73	19.34	446.06	156.54	0.00	-8.62
	Incremento di spinta sismica		108.00	101.91	35.76	0.00	-8.57
	Peso/Inerzia muro			127.97	1622.27/63.98	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			27.47		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	272.00	--	--
3	Spinta statica	472.73	19.35	446.03	156.62	0.00	-8.62
	Incremento di spinta sismica		65.96	62.24	21.85	0.00	-8.57
	Peso/Inerzia muro			127.97	1622.27/-63.98	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			46.19		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	272.00	--	--
10	Spinta statica	507.07	19.29	478.61	167.49	0.00	-8.47
	Peso/Inerzia muro			0.00	1622.27/0.00	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			342.21		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	511.00	--	--
11	Spinta statica	472.73	19.31	446.13	156.36	0.00	-8.62
	Peso/Inerzia muro			0.00	1622.27/0.00	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			354.27		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	511.00	--	--
12	Spinta statica	472.73	19.31	446.13	156.36	0.00	-8.62
	Peso/Inerzia muro			0.00	1622.27/0.00	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			354.27		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	511.00	--	--

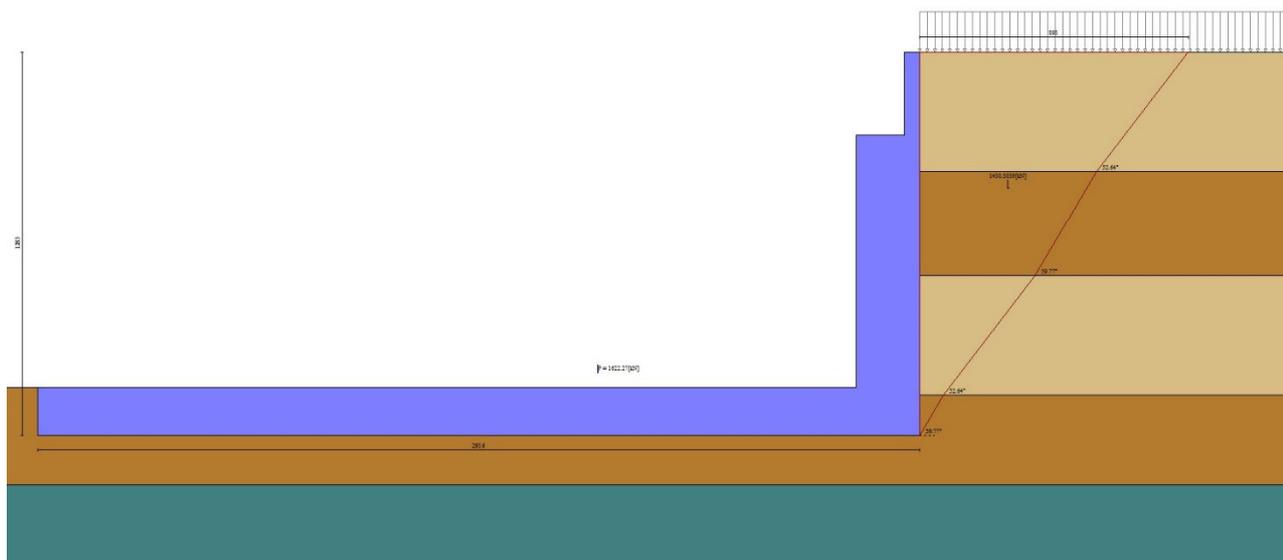


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

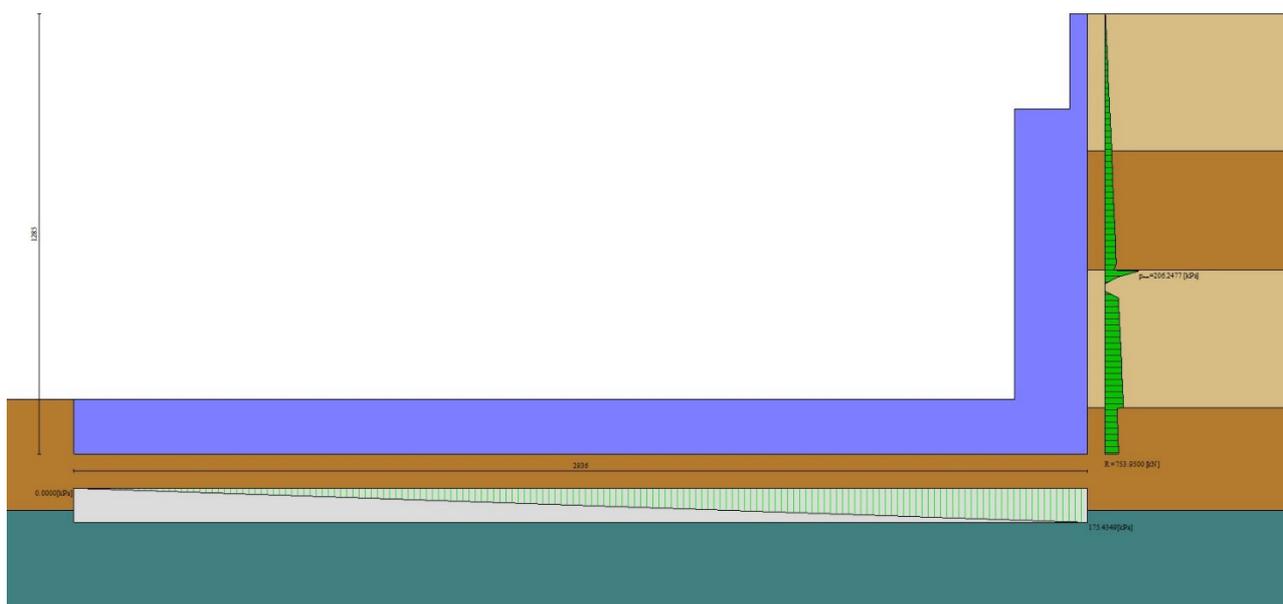


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<p>COMMESSA <b>RS3E</b></p>	<p>LOTTO 50</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0300 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 55 di 107</p>

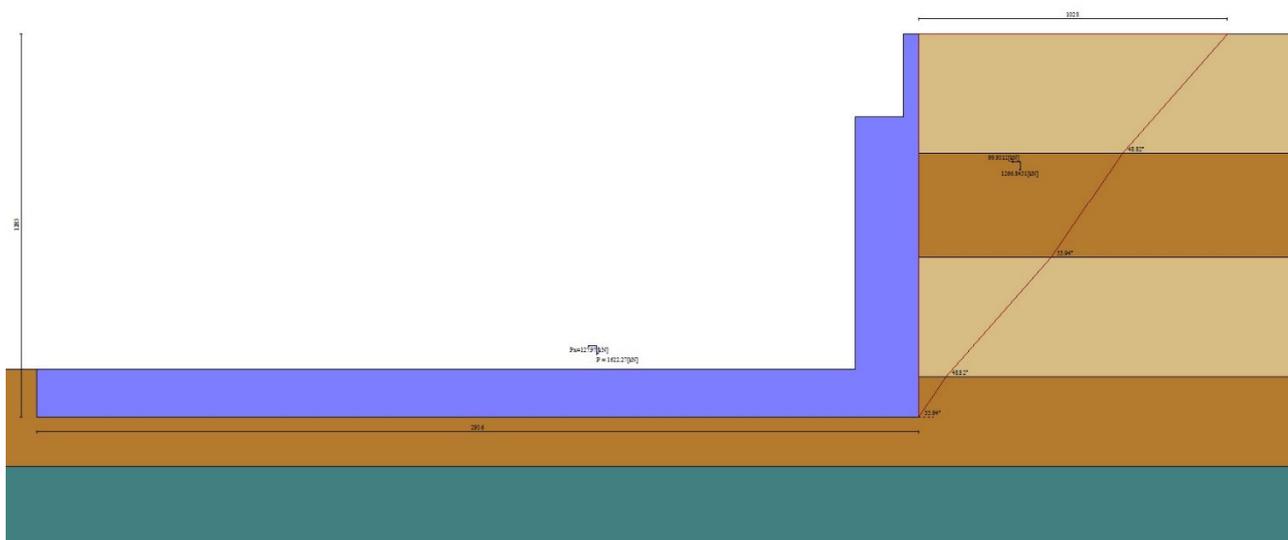


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

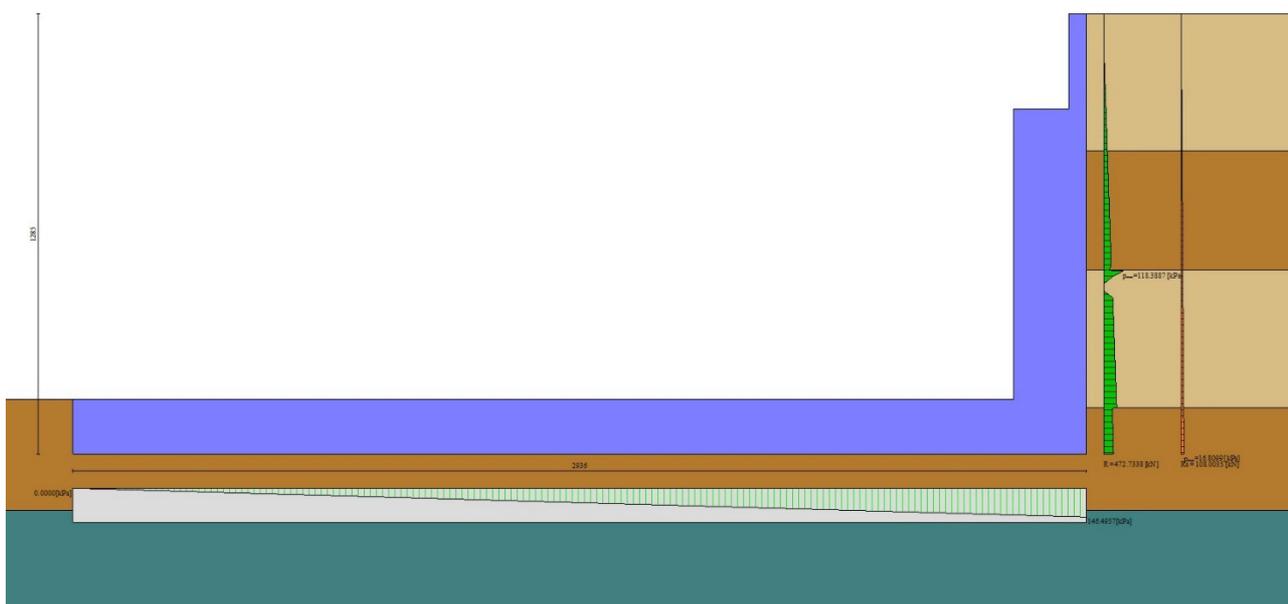


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>56 di 107</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	56 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	56 di 107								

## 10.2.2 Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR A1-M1-R3		1.611		1.738			
2 - STR A1-M1-R3	H + V	1.417		1.812			
3 - STR A1-M1-R3	H - V	1.406		1.923			
4 - GEO A2-M2-R2					1.361		
5 - GEO A2-M2-R2	H + V				1.498		
6 - GEO A2-M2-R2	H - V				1.445		
7 - EQU			19.248				
8 - EQU	H + V		15.265				
9 - EQU	H - V		9.588				

### Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	57 di 107

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR A1-M1-R3	1146.63	0.00	0.00	--	--	1146.63	711.95	1.611
2 - STR A1-M1-R3 H + V	957.49	0.00	0.00	--	--	957.49	675.94	1.417
3 - STR A1-M1-R3 H - V	894.36	0.00	0.00	--	--	894.36	636.24	1.406

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

- n°       Indice combinazione
- N        Carico verticale totale, espresso in [kN]
- Qu       carico limite del terreno, espresso in [kN]
- Qd       Portanza di progetto, espresso in [kN]
- FS       Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR A1-M1-R3	2575.38	4475.12	3196.51	1.738
2 - STR A1-M1-R3 H + V	2150.56	3897.72	3248.10	1.812
3 - STR A1-M1-R3 H - V	2008.76	3862.88	3219.07	1.923

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

- n°       Indice combinazione
- Nc, Nq, N<sub>γ</sub>    Fattori di capacità portante
- ic, iq, i<sub>γ</sub>    Fattori di inclinazione del carico
- dc, dq, d<sub>γ</sub>   Fattori di profondità del piano di posa
- gc, gq, g<sub>γ</sub>   Fattori di inclinazione del profilo topografico
- bc, bq, b<sub>γ</sub>   Fattori di inclinazione del piano di posa
- sc, sq, s<sub>γ</sub>   Fattori di forma della fondazione
- pc, pq, p<sub>γ</sub>   Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
- r<sub>γ</sub>        Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B<sub>γ</sub>N<sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	58 di 107

- D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	$\gamma$	D	B' H	$\gamma$	$\phi$	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	21.574	0.424	1.040	0.000	0.000	--	--	0.775	1.60	15.90 12.62	10.68	25.57	9
	11.322	0.475	1.031	0.000	0.000	--	--						
	7.407	0.341	1.000	0.000	0.000	--	--						
2	21.574	0.370	1.040	0.000	0.000	--	--	0.775	1.60	15.90 12.62	10.68	25.57	9
	11.322	0.425	1.031	0.000	0.000	--	--						
	7.407	0.289	1.000	0.000	0.000	--	--						
3	21.574	0.366	1.040	0.000	0.000	--	--	0.775	1.60	15.90 12.62	10.68	25.57	9
	11.322	0.422	1.031	0.000	0.000	--	--						
	7.407	0.286	1.000	0.000	0.000	--	--						

### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU	63990.62	3324.48	19.248
8 - EQU H + V	46127.84	3021.75	15.265
9 - EQU H - V	43742.15	4562.04	9.588

### Verifica stabilità globale muro + terreno



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	59 di 107

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO A2-M2-R2	-4.50; 4.50	30.33	1.361
5 - GEO A2-M2-R2 H + V	-4.50; 4.50	30.33	1.498
6 - GEO A2-M2-R2 H - V	-4.50; 4.50	30.33	1.445

### Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

### Combinazione n° 4 - GEO A2-M2-R2

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	168.16	51.45	25.50 - 2.24	73.822	19.605	4	0.0	
2	427.24	51.45	2.24	61.783	19.605	4	0.0	
3	571.34	51.45	2.24	53.734	30.167	0	4.0	
4	638.55	51.45	2.24	47.057	19.605	8	30.7	
5	690.67	51.45	2.24	41.146	19.605	8	52.1	
6	733.29	51.45	2.24	35.735	19.605	8	69.5	



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	60 di 107

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
7	768.41	51.45	2.24	30.673	19.605	8	83.9	
8	797.25	51.45	2.24	25.867	19.605	8	95.8	
9	820.62	51.45	2.24	21.250	19.605	8	105.3	
10	839.09	51.45	2.24	16.774	19.605	8	112.9	
11	853.03	51.45	2.24	12.403	19.605	8	118.6	
12	892.05	725.48	2.24	8.104	19.605	8	122.6	
13	552.22	0.00	2.24	3.850	19.605	8	124.9	
14	397.20	0.00	2.24	-0.382	19.605	8	125.6	
15	394.87	0.00	2.24	-4.616	19.605	8	124.6	
16	388.53	0.00	2.24	-8.875	19.605	8	122.0	
17	378.08	0.00	2.24	-13.185	19.605	8	117.7	
18	363.34	0.00	2.24	-17.573	19.605	8	111.7	
19	344.02	0.00	2.24	-22.071	19.605	8	103.8	
20	319.71	0.00	2.24	-26.718	19.605	8	93.8	
21	289.81	0.00	2.24	-31.566	19.605	8	81.5	
22	253.45	0.00	2.24	-36.682	19.605	8	66.6	
23	209.29	0.00	2.24	-42.170	19.605	8	48.5	
24	155.14	0.00	2.24	-48.194	19.605	8	26.3	
25	71.39	0.00	-30.43 - 2.24	-54.909	30.167	0	0.0	

Combinazione n° 5 - GEO A2-M2-R2 H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	168.16	0.00	25.50 - 2.24	73.822	24.000	5	0.0	
2	427.24	0.00	2.24	61.783	24.000	5	0.0	
3	571.34	0.00	2.24	53.734	36.000	0	4.0	
4	638.55	0.00	2.24	47.057	24.000	10	30.7	
5	690.67	0.00	2.24	41.146	24.000	10	52.1	
6	733.29	0.00	2.24	35.735	24.000	10	69.5	
7	768.41	0.00	2.24	30.673	24.000	10	83.9	
8	797.25	0.00	2.24	25.867	24.000	10	95.8	
9	820.62	0.00	2.24	21.250	24.000	10	105.3	
10	839.09	0.00	2.24	16.774	24.000	10	112.9	
11	853.03	0.00	2.24	12.403	24.000	10	118.6	
12	892.05	272.00	2.24	8.104	24.000	10	122.6	
13	552.22	0.00	2.24	3.850	24.000	10	124.9	
14	397.20	0.00	2.24	-0.382	24.000	10	125.6	
15	394.87	0.00	2.24	-4.616	24.000	10	124.6	
16	388.53	0.00	2.24	-8.875	24.000	10	122.0	
17	378.08	0.00	2.24	-13.185	24.000	10	117.7	
18	363.34	0.00	2.24	-17.573	24.000	10	111.7	
19	344.02	0.00	2.24	-22.071	24.000	10	103.8	
20	319.71	0.00	2.24	-26.718	24.000	10	93.8	
21	289.81	0.00	2.24	-31.566	24.000	10	81.5	
22	253.45	0.00	2.24	-36.682	24.000	10	66.6	
23	209.29	0.00	2.24	-42.170	24.000	10	48.5	
24	155.14	0.00	2.24	-48.194	24.000	10	26.3	
25	71.39	0.00	-30.43 - 2.24	-54.909	36.000	0	0.0	

Combinazione n° 6 - GEO A2-M2-R2 H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	168.16	0.00	25.50 - 2.24	73.822	24.000	5	0.0	
2	427.24	0.00	2.24	61.783	24.000	5	0.0	
3	571.34	0.00	2.24	53.734	36.000	0	4.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
4	638.55	0.00	2.24	47.057	24.000	10	30.7	
5	690.67	0.00	2.24	41.146	24.000	10	52.1	
6	733.29	0.00	2.24	35.735	24.000	10	69.5	
7	768.41	0.00	2.24	30.673	24.000	10	83.9	
8	797.25	0.00	2.24	25.867	24.000	10	95.8	
9	820.62	0.00	2.24	21.250	24.000	10	105.3	
10	839.09	0.00	2.24	16.774	24.000	10	112.9	
11	853.03	0.00	2.24	12.403	24.000	10	118.6	
12	892.05	272.00	2.24	8.104	24.000	10	122.6	
13	552.22	0.00	2.24	3.850	24.000	10	124.9	
14	397.20	0.00	2.24	-0.382	24.000	10	125.6	
15	394.87	0.00	2.24	-4.616	24.000	10	124.6	
16	388.53	0.00	2.24	-8.875	24.000	10	122.0	
17	378.08	0.00	2.24	-13.185	24.000	10	117.7	
18	363.34	0.00	2.24	-17.573	24.000	10	111.7	
19	344.02	0.00	2.24	-22.071	24.000	10	103.8	
20	319.71	0.00	2.24	-26.718	24.000	10	93.8	
21	289.81	0.00	2.24	-31.566	24.000	10	81.5	
22	253.45	0.00	2.24	-36.682	24.000	10	66.6	
23	209.29	0.00	2.24	-42.170	24.000	10	48.5	
24	155.14	0.00	2.24	-48.194	24.000	10	26.3	
25	71.39	0.00	-30.43 - 2.24	-54.909	36.000	0	0.0	

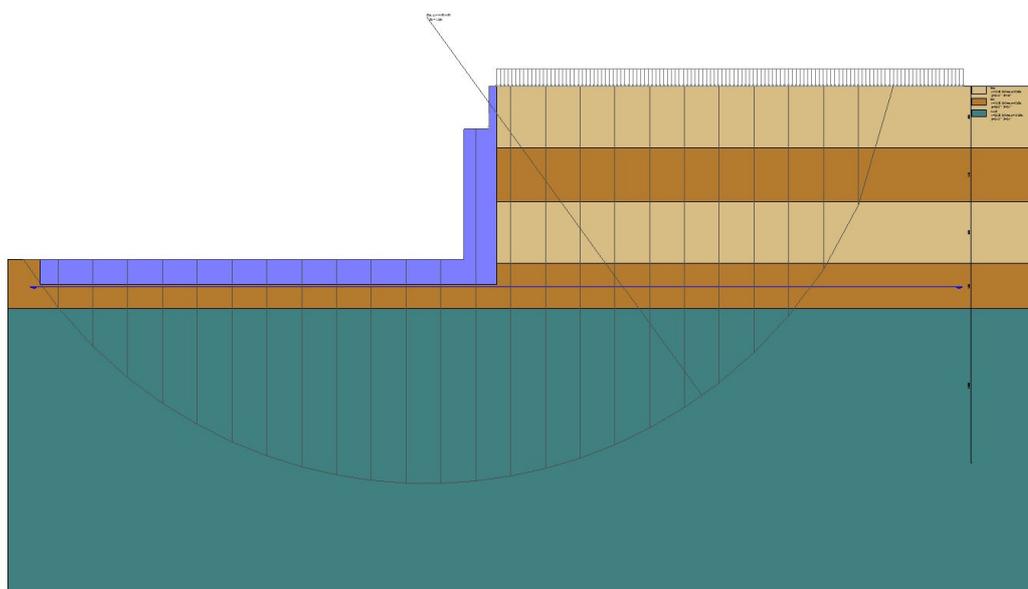


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	62 di 107

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione

X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]

w Cedimento, espressa in [cm]

dw Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-29.36; -12.85	0.219	0.000
10	-14.68; -12.85	1.184	0.965
10	0.00; -12.85	0.757	0.538
11	-29.36; -12.85	0.218	0.000
11	-14.68; -12.85	1.178	0.960
11	0.00; -12.85	0.753	0.536
12	-29.36; -12.85	0.218	0.000
12	-14.68; -12.85	1.178	0.960
12	0.00; -12.85	0.753	0.536

### 10.2.3 Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

*Paramento*

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	40.65	11.18
3	-1.11	13.58	82.85	45.31
4	-1.66	20.37	126.62	103.24
5	-2.22	27.16	171.95	185.84
6	-2.77	33.94	218.85	293.98
7	-2.77	739.01	219.02	-120.49



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	63 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
8	-3.30	766.29	265.37	7.79
9	-3.83	793.58	313.16	161.02
10	-4.36	820.86	361.47	339.80
11	-4.89	848.14	410.25	544.24
12	-5.42	875.43	460.15	774.82
13	-5.95	902.71	511.18	1032.14
14	-6.48	930.00	563.33	1316.80
15	-7.01	957.28	616.63	1629.40
16	-7.54	984.57	673.06	1970.41
17	-8.07	1011.85	720.14	2343.96
18	-8.60	1039.13	771.47	2737.33
19	-9.13	1066.42	833.62	3162.56
20	-9.66	1093.70	897.21	3621.12
21	-10.19	1120.99	962.24	4113.75
22	-10.72	1148.27	1028.71	4641.23
23	-11.25	1175.56	1096.62	5204.31

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	2.73	0.74
3	-1.11	13.58	6.15	3.13
4	-1.66	20.37	11.83	7.99
5	-2.22	27.16	19.99	16.68
6	-2.77	33.94	30.63	30.58
7	-2.77	306.01	30.68	-146.12
8	-3.30	333.29	44.84	-126.21
9	-3.83	360.58	61.28	-98.19
10	-4.36	387.86	79.46	-60.89
11	-4.89	415.14	99.29	-13.55
12	-5.42	442.43	121.16	44.82
13	-5.95	469.71	145.08	115.29
14	-6.48	497.00	171.03	198.96
15	-7.01	524.28	199.03	296.90
16	-7.54	551.57	229.80	409.84
17	-8.07	578.85	255.57	541.36
18	-8.60	606.13	286.40	683.60
19	-9.13	633.42	325.52	845.06
20	-9.66	660.70	366.93	1027.96
21	-10.19	687.99	410.65	1233.51
22	-10.72	715.27	456.66	1462.90
23	-11.25	742.56	504.96	1717.34

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	4.01	1.10
3	-1.11	13.58	8.50	4.50
4	-1.66	20.37	15.04	10.92
5	-2.22	27.16	23.86	21.58
6	-2.77	33.94	34.96	37.77
7	-2.77	306.01	35.01	-138.93
8	-3.30	333.29	49.41	-116.65
9	-3.83	360.58	65.90	-86.19



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	64 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
10	-4.36	387.86	83.97	-46.46
11	-4.89	415.14	103.54	3.21
12	-5.42	442.43	124.97	63.72
13	-5.95	469.71	148.25	136.06
14	-6.48	497.00	173.40	221.20
15	-7.01	524.28	200.40	320.13
16	-7.54	551.57	229.99	433.50
17	-8.07	578.85	254.30	564.75
18	-8.60	606.13	283.48	705.88
19	-9.13	633.42	320.75	865.31
20	-9.66	660.70	360.14	1045.16
21	-10.19	687.99	401.63	1246.53
22	-10.72	715.27	445.23	1470.52
23	-11.25	742.56	490.93	1718.22

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	24.97	6.93
3	-1.11	13.58	50.73	27.83
4	-1.66	20.37	77.80	63.36
5	-2.22	27.16	106.19	114.25
6	-2.77	33.94	135.90	181.22
7	-2.77	545.01	136.01	-126.72
8	-3.30	572.29	165.69	-46.83
9	-3.83	599.58	196.57	49.10
10	-4.36	626.86	228.10	161.63
11	-4.89	654.14	260.20	290.97
12	-5.42	681.43	293.30	437.59
13	-5.95	708.71	327.39	602.01
14	-6.48	736.00	362.48	784.76
15	-7.01	763.28	398.55	986.36
16	-7.54	790.57	436.62	1207.25
17	-8.07	817.85	467.87	1449.75
18	-8.60	845.13	503.18	1705.75
19	-9.13	872.42	546.21	1983.75
20	-9.66	899.70	590.46	2284.87
21	-10.19	926.99	635.92	2609.77
22	-10.72	954.27	682.59	2959.08
23	-11.25	981.56	730.49	3333.45

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	25.73	7.16
3	-1.11	13.58	50.95	28.38
4	-1.66	20.37	77.24	63.81
5	-2.22	27.16	104.82	114.17
6	-2.77	33.94	133.69	180.15
7	-2.77	545.01	133.80	-127.80
8	-3.30	572.29	162.64	-49.30
9	-3.83	599.58	192.67	44.79
10	-4.36	626.86	223.37	155.02
11	-4.89	654.14	254.68	281.65



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	65 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	-5.42	681.43	286.96	425.12
13	-5.95	708.71	320.23	585.97
14	-6.48	736.00	354.47	764.70
15	-7.01	763.28	389.67	961.83
16	-7.54	790.57	426.68	1177.78
17	-8.07	817.85	457.12	1414.59
18	-8.60	845.13	491.68	1664.76
19	-9.13	872.42	533.59	1936.37
20	-9.66	899.70	576.68	2230.51
21	-10.19	926.99	620.97	2547.79
22	-10.72	954.27	666.44	2888.87
23	-11.25	981.56	713.10	3254.35

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	25.73	7.16
3	-1.11	13.58	50.95	28.38
4	-1.66	20.37	77.24	63.81
5	-2.22	27.16	104.82	114.17
6	-2.77	33.94	133.69	180.15
7	-2.77	545.01	133.80	-127.80
8	-3.30	572.29	162.64	-49.30
9	-3.83	599.58	192.67	44.79
10	-4.36	626.86	223.37	155.02
11	-4.89	654.14	254.68	281.65
12	-5.42	681.43	286.96	425.12
13	-5.95	708.71	320.23	585.97
14	-6.48	736.00	354.47	764.70
15	-7.01	763.28	389.67	961.83
16	-7.54	790.57	426.68	1177.78
17	-8.07	817.85	457.12	1414.59
18	-8.60	845.13	491.68	1664.76
19	-9.13	872.42	533.59	1936.37
20	-9.66	899.70	576.68	2230.51
21	-10.19	926.99	620.97	2547.79
22	-10.72	954.27	666.44	2888.87
23	-11.25	981.56	713.10	3254.35



Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

*Fondazione*

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-29.36	0.00	0.00	0.00
2	-29.26	0.00	-3.89	-0.19
3	-29.16	0.00	-7.71	-0.77
4	-29.06	0.00	-11.48	-1.73
5	-28.96	0.00	-15.19	-3.07
6	-28.86	0.00	-18.84	-4.77
7	-28.76	0.00	-22.43	-6.83
8	-28.66	0.00	-25.96	-9.24
9	-28.56	0.00	-29.43	-12.01
10	-28.46	0.00	-32.84	-15.12
11	-28.36	0.00	-36.19	-18.56
12	-28.26	0.00	-39.48	-22.34
13	-28.16	0.00	-42.71	-26.45
14	-28.06	0.00	-45.89	-30.87
15	-27.96	0.00	-49.00	-35.61
16	-27.86	0.00	-52.05	-40.66
17	-27.76	0.00	-55.05	-46.00
18	-27.66	0.00	-57.98	-51.65
19	-27.56	0.00	-60.85	-57.58
20	-27.46	0.00	-63.67	-63.80
21	-27.36	0.00	-66.42	-70.29
22	-27.26	0.00	-69.12	-77.06



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	67 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
23	-27.16	0.00	-71.76	-84.09
24	-27.06	0.00	-74.33	-91.39
25	-26.96	0.00	-76.85	-98.94
26	-26.86	0.00	-79.31	-106.73
27	-26.76	0.00	-81.70	-114.77
28	-26.66	0.00	-84.04	-123.05
29	-26.56	0.00	-86.32	-131.55
30	-26.46	0.00	-88.54	-140.29
31	-26.36	0.00	-90.70	-149.23
32	-26.26	0.00	-92.80	-158.40
33	-26.16	0.00	-94.84	-167.77
34	-26.06	0.00	-96.82	-177.33
35	-25.96	0.00	-98.74	-187.10
36	-25.87	0.00	-100.60	-197.05
37	-25.77	0.00	-102.40	-207.19
38	-25.67	0.00	-104.15	-217.50
39	-25.57	0.00	-105.83	-227.98
40	-25.47	0.00	-107.45	-238.63
41	-25.37	0.00	-109.02	-249.44
42	-25.27	0.00	-110.52	-260.40
43	-25.17	0.00	-111.97	-271.51
44	-25.07	0.00	-113.35	-282.76
45	-24.97	0.00	-114.68	-294.15
46	-24.87	0.00	-115.94	-305.66
47	-24.77	0.00	-117.15	-317.30
48	-24.67	0.00	-118.29	-329.05
49	-24.57	0.00	-119.38	-340.92
50	-24.47	0.00	-120.41	-352.89
51	-24.37	0.00	-121.38	-364.97
52	-24.27	0.00	-122.28	-377.13
53	-24.17	0.00	-123.13	-389.38
54	-24.07	0.00	-123.92	-401.72
55	-23.97	0.00	-124.65	-414.13
56	-23.87	0.00	-125.32	-426.61
57	-23.77	0.00	-125.93	-439.16
58	-23.67	0.00	-126.48	-451.76
59	-23.57	0.00	-126.97	-464.41
60	-23.47	0.00	-127.41	-477.11
61	-23.37	0.00	-127.78	-489.86
62	-23.27	0.00	-128.09	-502.63
63	-23.17	0.00	-128.34	-515.43
64	-23.07	0.00	-128.54	-528.26
65	-22.97	0.00	-128.67	-541.10
66	-22.87	0.00	-128.74	-553.95
67	-22.77	0.00	-128.76	-566.81
68	-22.67	0.00	-128.71	-579.67
69	-22.57	0.00	-128.61	-592.51
70	-22.47	0.00	-128.45	-605.35
71	-22.37	0.00	-128.22	-618.16
72	-22.27	0.00	-127.94	-630.95
73	-22.17	0.00	-127.60	-643.71
74	-22.07	0.00	-127.19	-656.43
75	-21.97	0.00	-126.73	-669.11
76	-21.87	0.00	-126.21	-681.74
77	-21.77	0.00	-125.63	-694.31
78	-21.67	0.00	-124.99	-706.83
79	-21.57	0.00	-124.29	-719.27
80	-21.47	0.00	-123.53	-731.65
81	-21.37	0.00	-122.71	-743.94
82	-21.27	0.00	-121.83	-756.15
83	-21.17	0.00	-120.89	-768.27
84	-21.07	0.00	-119.89	-780.29
85	-20.97	0.00	-118.83	-792.21
86	-20.87	0.00	-117.72	-804.02
87	-20.77	0.00	-116.54	-815.72



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	68 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
88	-20.67	0.00	-115.30	-827.29
89	-20.57	0.00	-114.01	-838.74
90	-20.47	0.00	-112.65	-850.06
91	-20.37	0.00	-111.24	-861.24
92	-20.27	0.00	-109.76	-872.27
93	-20.17	0.00	-108.23	-883.16
94	-20.07	0.00	-106.63	-893.88
95	-19.97	0.00	-104.98	-904.45
96	-19.87	0.00	-103.27	-914.85
97	-19.77	0.00	-101.49	-925.07
98	-19.67	0.00	-99.66	-935.11
99	-19.57	0.00	-97.77	-944.97
100	-19.47	0.00	-95.82	-954.64
101	-19.37	0.00	-93.81	-964.11
102	-19.27	0.00	-91.74	-973.37
103	-19.17	0.00	-89.61	-982.42
104	-19.08	0.00	-87.42	-991.26
105	-18.98	0.00	-85.17	-999.88
106	-18.88	0.00	-82.86	-1008.27
107	-18.78	0.00	-80.49	-1016.42
108	-18.68	0.00	-78.06	-1024.34
109	-18.58	0.00	-75.57	-1032.01
110	-18.48	0.00	-73.03	-1039.43
111	-18.38	0.00	-70.42	-1046.59
112	-18.28	0.00	-67.75	-1053.49
113	-18.18	0.00	-65.03	-1060.12
114	-18.08	0.00	-62.24	-1066.48
115	-17.98	0.00	-59.40	-1072.55
116	-17.88	0.00	-56.49	-1078.34
117	-17.78	0.00	-53.53	-1083.83
118	-17.68	0.00	-50.50	-1089.03
119	-17.58	0.00	-47.42	-1093.92
120	-17.48	0.00	-44.28	-1098.49
121	-17.38	0.00	-41.08	-1102.76
122	-17.28	0.00	-37.81	-1106.70
123	-17.18	0.00	-34.49	-1110.31
124	-17.08	0.00	-31.11	-1113.58
125	-16.98	0.00	-27.67	-1116.52
126	-16.88	0.00	-24.17	-1119.10
127	-16.78	0.00	-20.61	-1121.34
128	-16.68	0.00	-16.99	-1123.22
129	-16.58	0.00	-13.31	-1124.73
130	-16.48	0.00	-9.57	-1125.87
131	-16.38	0.00	-5.77	-1126.64
132	-16.28	0.00	-1.91	-1127.03
133	-16.18	0.00	2.00	-1127.02
134	-16.08	0.00	5.98	-1126.62
135	-15.98	0.00	10.02	-1125.83
136	-15.88	0.00	14.11	-1124.62
137	-15.78	0.00	18.27	-1123.00
138	-15.68	0.00	22.48	-1120.97
139	-15.58	0.00	26.76	-1118.51
140	-15.48	0.00	31.09	-1115.62
141	-15.38	0.00	35.49	-1112.30
142	-15.28	0.00	39.94	-1108.53
143	-15.18	0.00	44.46	-1104.32
144	-15.08	0.00	49.03	-1099.65
145	-14.98	0.00	53.66	-1094.53
146	-14.88	0.00	58.35	-1088.94
147	-14.78	0.00	63.10	-1082.87
148	-14.68	0.00	67.92	-1076.33
149	-14.58	0.00	72.79	-1069.31
150	-14.48	0.00	77.72	-1061.79
151	-14.38	0.00	82.71	-1053.79
152	-14.28	0.00	87.76	-1045.28



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	69 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
153	-14.18	0.00	92.87	-1036.26
154	-14.08	0.00	98.03	-1026.73
155	-13.98	0.00	103.26	-1016.68
156	-13.88	0.00	108.55	-1006.10
157	-13.78	0.00	113.90	-995.00
158	-13.68	0.00	119.30	-983.35
159	-13.58	0.00	124.77	-971.17
160	-13.48	0.00	130.30	-958.44
161	-13.38	0.00	135.88	-945.15
162	-13.28	0.00	141.53	-931.30
163	-13.18	0.00	147.23	-916.88
164	-13.08	0.00	153.00	-901.89
165	-12.98	0.00	158.82	-886.32
166	-12.88	0.00	164.71	-870.17
167	-12.78	0.00	170.65	-853.43
168	-12.68	0.00	176.65	-836.09
169	-12.58	0.00	182.71	-818.15
170	-12.48	0.00	188.84	-799.60
171	-12.38	0.00	195.02	-780.43
172	-12.29	0.00	201.26	-760.65
173	-12.19	0.00	207.56	-740.24
174	-12.09	0.00	213.92	-719.20
175	-11.99	0.00	220.34	-697.52
176	-11.89	0.00	226.82	-675.19
177	-11.79	0.00	233.36	-652.22
178	-11.69	0.00	239.96	-628.59
179	-11.59	0.00	246.61	-604.29
180	-11.49	0.00	253.33	-579.33
181	-11.39	0.00	260.11	-553.70
182	-11.29	0.00	266.95	-527.39
183	-11.19	0.00	273.84	-500.39
184	-11.09	0.00	280.80	-472.70
185	-10.99	0.00	287.81	-444.31
186	-10.89	0.00	294.89	-415.22
187	-10.79	0.00	302.02	-385.41
188	-10.69	0.00	309.22	-354.90
189	-10.59	0.00	316.47	-323.66
190	-10.49	0.00	323.79	-291.69
191	-10.39	0.00	331.16	-259.00
192	-10.29	0.00	338.59	-225.56
193	-10.19	0.00	346.08	-191.37
194	-10.09	0.00	353.64	-156.44
195	-9.99	0.00	361.25	-120.75
196	-9.89	0.00	368.92	-84.30
197	-9.79	0.00	376.65	-47.07
198	-9.69	0.00	384.44	-9.07
199	-9.59	0.00	392.29	29.71
200	-9.49	0.00	400.20	69.27
201	-9.39	0.00	408.17	109.63
202	-9.29	0.00	416.19	150.79
203	-9.19	0.00	424.28	192.75
204	-9.09	0.00	432.43	235.52
205	-8.99	0.00	440.64	279.11
206	-8.89	0.00	448.90	323.52
207	-8.79	0.00	457.23	368.76
208	-8.69	0.00	465.62	414.83
209	-8.59	0.00	474.06	461.75
210	-8.49	0.00	482.57	509.51
211	-8.39	0.00	491.13	558.12
212	-8.29	0.00	499.76	607.59
213	-8.19	0.00	508.44	657.93
214	-8.09	0.00	517.18	709.14
215	-7.99	0.00	525.99	761.22
216	-7.89	0.00	534.85	814.18
217	-7.79	0.00	543.77	868.03



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	70 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
218	-7.69	0.00	552.75	922.78
219	-7.59	0.00	561.79	978.42
220	-7.49	0.00	570.89	1034.97
221	-7.39	0.00	580.05	1092.44
222	-7.29	0.00	589.27	1150.82
223	-7.19	0.00	598.55	1210.12
224	-7.09	0.00	607.89	1270.35
225	-6.99	0.00	617.29	1331.52
226	-6.89	0.00	626.75	1393.63
227	-6.79	0.00	636.27	1456.69
228	-6.69	0.00	645.85	1520.70
229	-6.59	0.00	655.48	1585.67
230	-6.49	0.00	665.18	1651.61
231	-6.39	0.00	674.94	1718.51
232	-6.29	0.00	684.75	1786.40
233	-6.19	0.00	694.63	1855.27
234	-6.09	0.00	704.56	1925.12
235	-5.99	0.00	714.56	1995.97
236	-5.89	0.00	724.61	2067.83
237	-5.79	0.00	734.72	2140.69
238	-5.69	0.00	744.90	2214.56
239	-5.59	0.00	755.13	2289.45
240	-5.50	0.00	765.42	2365.36
241	-5.40	0.00	775.77	2442.31
242	-5.30	0.00	786.19	2520.29
243	-5.20	0.00	796.66	2599.32
244	-5.10	0.00	807.19	2679.39
245	-5.00	0.00	817.78	2760.52
246	-4.90	0.00	828.43	2842.71
247	-4.80	0.00	839.14	2925.97
248	-4.70	0.00	849.91	3010.30
249	-4.60	0.00	860.73	3095.70
250	-4.50	0.00	871.62	3182.19
251	-4.40	0.00	882.57	3269.77
252	-4.30	0.00	893.58	3358.45
253	-4.20	0.00	904.64	3448.23
254	-4.10	0.00	915.77	3539.11
255	-4.00	0.00	926.96	3631.12
256	-3.90	0.00	938.20	3724.24
257	-3.80	0.00	949.51	3818.48
258	-3.70	0.00	960.87	3913.86
259	-3.60	0.00	972.30	4010.38
260	-3.50	0.00	983.78	4108.04
261	-3.40	0.00	995.32	4206.85
262	-3.30	0.00	1006.93	4306.81
263	-3.20	0.00	1018.59	4407.94
264	-3.10	0.00	1030.31	4510.24
265	-3.00	0.00	1042.09	4613.70
266	-2.90	0.00	1053.94	4718.35
267	-2.80	0.00	1065.84	4824.18
268	-2.70	0.00	1077.80	4931.21
269	-2.60	0.00	1089.82	5039.43
270	-2.50	0.00	1101.90	5148.85
271	-2.40	0.00	1114.04	5259.49
272	-2.30	0.00	1126.24	5371.34
273	-2.20	0.00	1138.49	5484.41
274	-2.10	0.00	1150.81	5598.70

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	71 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-29.36	0.00	0.00	0.00
2	-29.26	0.00	-3.89	-0.19
3	-29.16	0.00	-7.73	-0.78
4	-29.06	0.00	-11.53	-1.74
5	-28.96	0.00	-15.27	-3.08
6	-28.86	0.00	-18.96	-4.79
7	-28.76	0.00	-22.61	-6.86
8	-28.66	0.00	-26.20	-9.30
9	-28.56	0.00	-29.74	-12.09
10	-28.46	0.00	-33.24	-15.24
11	-28.36	0.00	-36.68	-18.73
12	-28.26	0.00	-40.08	-22.56
13	-28.16	0.00	-43.42	-26.73
14	-28.06	0.00	-46.72	-31.23
15	-27.96	0.00	-49.96	-36.06
16	-27.86	0.00	-53.16	-41.21
17	-27.76	0.00	-56.30	-46.67
18	-27.66	0.00	-59.40	-52.45
19	-27.56	0.00	-62.45	-58.53
20	-27.46	0.00	-65.44	-64.92
21	-27.36	0.00	-68.39	-71.60
22	-27.26	0.00	-71.29	-78.58
23	-27.16	0.00	-74.13	-85.84
24	-27.06	0.00	-76.93	-93.38
25	-26.96	0.00	-79.68	-101.20
26	-26.86	0.00	-82.38	-109.29
27	-26.76	0.00	-85.03	-117.65
28	-26.66	0.00	-87.62	-126.27
29	-26.56	0.00	-90.17	-135.15
30	-26.46	0.00	-92.67	-144.27
31	-26.36	0.00	-95.12	-153.65
32	-26.26	0.00	-97.52	-163.27
33	-26.16	0.00	-99.87	-173.12
34	-26.06	0.00	-102.17	-183.21
35	-25.96	0.00	-104.42	-193.53
36	-25.87	0.00	-106.62	-204.06
37	-25.77	0.00	-108.77	-214.82
38	-25.67	0.00	-110.87	-225.79
39	-25.57	0.00	-112.93	-236.96
40	-25.47	0.00	-114.93	-248.34
41	-25.37	0.00	-116.88	-259.91
42	-25.27	0.00	-118.78	-271.68
43	-25.17	0.00	-120.63	-283.63
44	-25.07	0.00	-122.44	-295.77
45	-24.97	0.00	-124.19	-308.08
46	-24.87	0.00	-125.89	-320.57
47	-24.77	0.00	-127.55	-333.22
48	-24.67	0.00	-129.15	-346.04
49	-24.57	0.00	-130.70	-359.01
50	-24.47	0.00	-132.21	-372.14
51	-24.37	0.00	-133.66	-385.41
52	-24.27	0.00	-135.07	-398.83
53	-24.17	0.00	-136.42	-412.38
54	-24.07	0.00	-137.73	-426.07
55	-23.97	0.00	-138.98	-439.88
56	-23.87	0.00	-140.19	-453.82
57	-23.77	0.00	-141.34	-467.88
58	-23.67	0.00	-142.45	-482.05
59	-23.57	0.00	-143.50	-496.33
60	-23.47	0.00	-144.51	-510.71
61	-23.37	0.00	-145.47	-525.18
62	-23.27	0.00	-146.38	-539.76
63	-23.17	0.00	-147.23	-554.41
64	-23.07	0.00	-148.04	-569.16
65	-22.97	0.00	-148.80	-583.98



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	72 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
66	-22.87	0.00	-149.51	-598.87
67	-22.77	0.00	-150.16	-613.83
68	-22.67	0.00	-150.77	-628.86
69	-22.57	0.00	-151.33	-643.94
70	-22.47	0.00	-151.84	-659.08
71	-22.37	0.00	-152.30	-674.26
72	-22.27	0.00	-152.71	-689.49
73	-22.17	0.00	-153.07	-704.76
74	-22.07	0.00	-153.38	-720.06
75	-21.97	0.00	-153.64	-735.39
76	-21.87	0.00	-153.85	-750.74
77	-21.77	0.00	-154.01	-766.11
78	-21.67	0.00	-154.12	-781.50
79	-21.57	0.00	-154.18	-796.89
80	-21.47	0.00	-154.20	-812.29
81	-21.37	0.00	-154.16	-827.68
82	-21.27	0.00	-154.07	-843.07
83	-21.17	0.00	-153.93	-858.45
84	-21.07	0.00	-153.74	-873.81
85	-20.97	0.00	-153.51	-889.15
86	-20.87	0.00	-153.22	-904.47
87	-20.77	0.00	-152.88	-919.75
88	-20.67	0.00	-152.50	-935.00
89	-20.57	0.00	-152.06	-950.20
90	-20.47	0.00	-151.57	-965.36
91	-20.37	0.00	-151.04	-980.47
92	-20.27	0.00	-150.45	-995.52
93	-20.17	0.00	-149.82	-1010.52
94	-20.07	0.00	-149.13	-1025.44
95	-19.97	0.00	-148.40	-1040.30
96	-19.87	0.00	-147.61	-1055.08
97	-19.77	0.00	-146.78	-1069.78
98	-19.67	0.00	-145.90	-1084.39
99	-19.57	0.00	-144.96	-1098.91
100	-19.47	0.00	-143.98	-1113.34
101	-19.37	0.00	-142.95	-1127.66
102	-19.27	0.00	-141.86	-1141.88
103	-19.17	0.00	-140.73	-1155.99
104	-19.08	0.00	-139.55	-1169.99
105	-18.98	0.00	-138.32	-1183.86
106	-18.88	0.00	-137.03	-1197.61
107	-18.78	0.00	-135.70	-1211.22
108	-18.68	0.00	-134.32	-1224.71
109	-18.58	0.00	-132.89	-1238.05
110	-18.48	0.00	-131.41	-1251.24
111	-18.38	0.00	-129.88	-1264.29
112	-18.28	0.00	-128.30	-1277.18
113	-18.18	0.00	-126.67	-1289.91
114	-18.08	0.00	-124.99	-1302.47
115	-17.98	0.00	-123.26	-1314.87
116	-17.88	0.00	-121.48	-1327.09
117	-17.78	0.00	-119.65	-1339.13
118	-17.68	0.00	-117.77	-1350.98
119	-17.58	0.00	-115.84	-1362.64
120	-17.48	0.00	-113.86	-1374.11
121	-17.38	0.00	-111.84	-1385.38
122	-17.28	0.00	-109.76	-1396.45
123	-17.18	0.00	-107.63	-1407.30
124	-17.08	0.00	-105.45	-1417.94
125	-16.98	0.00	-103.22	-1428.36
126	-16.88	0.00	-100.95	-1438.55
127	-16.78	0.00	-98.62	-1448.52
128	-16.68	0.00	-96.24	-1458.25
129	-16.58	0.00	-93.82	-1467.73
130	-16.48	0.00	-91.34	-1476.98



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	73 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
131	-16.38	0.00	-88.82	-1485.98
132	-16.28	0.00	-86.24	-1494.72
133	-16.18	0.00	-83.62	-1503.20
134	-16.08	0.00	-80.94	-1511.41
135	-15.98	0.00	-78.22	-1519.36
136	-15.88	0.00	-75.44	-1527.03
137	-15.78	0.00	-72.62	-1534.42
138	-15.68	0.00	-69.74	-1541.53
139	-15.58	0.00	-66.82	-1548.35
140	-15.48	0.00	-63.85	-1554.88
141	-15.38	0.00	-60.82	-1561.10
142	-15.28	0.00	-57.75	-1567.02
143	-15.18	0.00	-54.63	-1572.63
144	-15.08	0.00	-51.46	-1577.93
145	-14.98	0.00	-48.23	-1582.91
146	-14.88	0.00	-44.96	-1587.56
147	-14.78	0.00	-41.64	-1591.88
148	-14.68	0.00	-38.27	-1595.87
149	-14.58	0.00	-34.85	-1599.52
150	-14.48	0.00	-31.38	-1602.83
151	-14.38	0.00	-27.86	-1605.79
152	-14.28	0.00	-24.29	-1608.39
153	-14.18	0.00	-20.67	-1610.64
154	-14.08	0.00	-17.00	-1612.52
155	-13.98	0.00	-13.28	-1614.03
156	-13.88	0.00	-9.51	-1615.17
157	-13.78	0.00	-5.69	-1615.93
158	-13.68	0.00	-1.82	-1616.30
159	-13.58	0.00	2.10	-1616.29
160	-13.48	0.00	6.07	-1615.88
161	-13.38	0.00	10.09	-1615.07
162	-13.28	0.00	14.16	-1613.86
163	-13.18	0.00	18.27	-1612.25
164	-13.08	0.00	22.44	-1610.21
165	-12.98	0.00	26.66	-1607.76
166	-12.88	0.00	30.92	-1604.89
167	-12.78	0.00	35.24	-1601.59
168	-12.68	0.00	39.61	-1597.85
169	-12.58	0.00	44.02	-1593.67
170	-12.48	0.00	48.49	-1589.06
171	-12.38	0.00	53.01	-1583.99
172	-12.29	0.00	57.57	-1578.47
173	-12.19	0.00	62.19	-1572.49
174	-12.09	0.00	66.85	-1566.05
175	-11.99	0.00	71.57	-1559.14
176	-11.89	0.00	76.33	-1551.75
177	-11.79	0.00	81.14	-1543.89
178	-11.69	0.00	86.01	-1535.55
179	-11.59	0.00	90.92	-1526.71
180	-11.49	0.00	95.89	-1517.39
181	-11.39	0.00	100.90	-1507.56
182	-11.29	0.00	105.96	-1497.24
183	-11.19	0.00	111.07	-1486.40
184	-11.09	0.00	116.24	-1475.05
185	-10.99	0.00	121.45	-1463.19
186	-10.89	0.00	126.71	-1450.80
187	-10.79	0.00	132.02	-1437.88
188	-10.69	0.00	137.38	-1424.43
189	-10.59	0.00	142.80	-1410.44
190	-10.49	0.00	148.26	-1395.91
191	-10.39	0.00	153.77	-1380.83
192	-10.29	0.00	159.33	-1365.20
193	-10.19	0.00	164.94	-1349.01
194	-10.09	0.00	170.60	-1332.26
195	-9.99	0.00	176.31	-1314.94



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	74 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
196	-9.89	0.00	182.07	-1297.05
197	-9.79	0.00	187.88	-1278.58
198	-9.69	0.00	193.73	-1259.53
199	-9.59	0.00	199.64	-1239.89
200	-9.49	0.00	205.60	-1219.65
201	-9.39	0.00	211.61	-1198.82
202	-9.29	0.00	217.67	-1177.39
203	-9.19	0.00	223.78	-1155.35
204	-9.09	0.00	229.93	-1132.70
205	-8.99	0.00	236.14	-1109.43
206	-8.89	0.00	242.40	-1085.54
207	-8.79	0.00	248.70	-1061.02
208	-8.69	0.00	255.06	-1035.87
209	-8.59	0.00	261.47	-1010.08
210	-8.49	0.00	267.92	-983.65
211	-8.39	0.00	274.43	-956.58
212	-8.29	0.00	280.98	-928.85
213	-8.19	0.00	287.59	-900.46
214	-8.09	0.00	294.24	-871.41
215	-7.99	0.00	300.95	-841.70
216	-7.89	0.00	307.70	-811.31
217	-7.79	0.00	314.51	-780.24
218	-7.69	0.00	321.36	-748.50
219	-7.59	0.00	328.26	-716.06
220	-7.49	0.00	335.22	-682.94
221	-7.39	0.00	342.22	-649.12
222	-7.29	0.00	349.27	-614.59
223	-7.19	0.00	356.38	-579.36
224	-7.09	0.00	363.53	-543.42
225	-6.99	0.00	370.73	-506.76
226	-6.89	0.00	377.98	-469.38
227	-6.79	0.00	385.29	-431.27
228	-6.69	0.00	392.64	-392.43
229	-6.59	0.00	400.04	-352.86
230	-6.49	0.00	407.49	-312.54
231	-6.39	0.00	414.99	-271.48
232	-6.29	0.00	422.54	-229.66
233	-6.19	0.00	430.14	-187.09
234	-6.09	0.00	437.79	-143.76
235	-5.99	0.00	445.49	-99.66
236	-5.89	0.00	453.24	-54.79
237	-5.79	0.00	461.04	-9.15
238	-5.69	0.00	468.89	37.28
239	-5.59	0.00	476.79	84.50
240	-5.50	0.00	484.73	132.50
241	-5.40	0.00	492.73	181.30
242	-5.30	0.00	500.78	230.91
243	-5.20	0.00	508.88	281.31
244	-5.10	0.00	517.03	332.53
245	-5.00	0.00	525.22	384.57
246	-4.90	0.00	533.47	437.43
247	-4.80	0.00	541.77	491.11
248	-4.70	0.00	550.11	545.62
249	-4.60	0.00	558.51	600.97
250	-4.50	0.00	566.96	657.16
251	-4.40	0.00	575.45	714.20
252	-4.30	0.00	584.00	772.09
253	-4.20	0.00	592.59	830.83
254	-4.10	0.00	601.24	890.43
255	-4.00	0.00	609.93	950.90
256	-3.90	0.00	618.68	1012.24
257	-3.80	0.00	627.47	1074.46
258	-3.70	0.00	636.31	1137.55
259	-3.60	0.00	645.21	1201.54
260	-3.50	0.00	654.15	1266.41



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	75 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
261	-3.40	0.00	663.14	1332.18
262	-3.30	0.00	672.19	1398.84
263	-3.20	0.00	681.28	1466.42
264	-3.10	0.00	690.42	1534.90
265	-3.00	0.00	699.62	1604.30
266	-2.90	0.00	708.86	1674.62
267	-2.80	0.00	718.15	1745.87
268	-2.70	0.00	727.49	1818.04
269	-2.60	0.00	736.88	1891.15
270	-2.50	0.00	746.32	1965.21
271	-2.40	0.00	755.81	2040.20
272	-2.30	0.00	765.35	2116.15
273	-2.20	0.00	774.94	2193.05
274	-2.10	0.00	784.58	2270.91

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-29.36	0.00	0.00	0.00
2	-29.26	0.00	-3.89	-0.19
3	-29.16	0.00	-7.74	-0.78
4	-29.06	0.00	-11.54	-1.74
5	-28.96	0.00	-15.30	-3.08
6	-28.86	0.00	-19.00	-4.79
7	-28.76	0.00	-22.67	-6.87
8	-28.66	0.00	-26.28	-9.32
9	-28.56	0.00	-29.85	-12.12
10	-28.46	0.00	-33.37	-15.28
11	-28.36	0.00	-36.85	-18.78
12	-28.26	0.00	-40.28	-22.63
13	-28.16	0.00	-43.66	-26.82
14	-28.06	0.00	-46.99	-31.35
15	-27.96	0.00	-50.28	-36.21
16	-27.86	0.00	-53.53	-41.39
17	-27.76	0.00	-56.72	-46.90
18	-27.66	0.00	-59.87	-52.72
19	-27.56	0.00	-62.98	-58.85
20	-27.46	0.00	-66.03	-65.29
21	-27.36	0.00	-69.05	-72.04
22	-27.26	0.00	-72.01	-79.08
23	-27.16	0.00	-74.93	-86.42
24	-27.06	0.00	-77.80	-94.04
25	-26.96	0.00	-80.62	-101.95
26	-26.86	0.00	-83.40	-110.14
27	-26.76	0.00	-86.13	-118.61
28	-26.66	0.00	-88.82	-127.34
29	-26.56	0.00	-91.46	-136.34
30	-26.46	0.00	-94.05	-145.61
31	-26.36	0.00	-96.60	-155.12
32	-26.26	0.00	-99.10	-164.90
33	-26.16	0.00	-101.55	-174.91
34	-26.06	0.00	-103.96	-185.17
35	-25.96	0.00	-106.32	-195.67
36	-25.87	0.00	-108.63	-206.41
37	-25.77	0.00	-110.90	-217.37
38	-25.67	0.00	-113.12	-228.55
39	-25.57	0.00	-115.29	-239.96
40	-25.47	0.00	-117.42	-251.57
41	-25.37	0.00	-119.50	-263.40
42	-25.27	0.00	-121.54	-275.44



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	76 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
43	-25.17	0.00	-123.53	-287.67
44	-25.07	0.00	-125.47	-300.11
45	-24.97	0.00	-127.36	-312.73
46	-24.87	0.00	-129.21	-325.54
47	-24.77	0.00	-131.02	-338.53
48	-24.67	0.00	-132.77	-351.70
49	-24.57	0.00	-134.48	-365.05
50	-24.47	0.00	-136.14	-378.56
51	-24.37	0.00	-137.76	-392.23
52	-24.27	0.00	-139.33	-406.07
53	-24.17	0.00	-140.86	-420.06
54	-24.07	0.00	-142.33	-434.20
55	-23.97	0.00	-143.76	-448.48
56	-23.87	0.00	-145.15	-462.91
57	-23.77	0.00	-146.49	-477.47
58	-23.67	0.00	-147.78	-492.16
59	-23.57	0.00	-149.02	-506.98
60	-23.47	0.00	-150.22	-521.92
61	-23.37	0.00	-151.37	-536.98
62	-23.27	0.00	-152.48	-552.15
63	-23.17	0.00	-153.54	-567.43
64	-23.07	0.00	-154.55	-582.81
65	-22.97	0.00	-155.52	-598.29
66	-22.87	0.00	-156.44	-613.86
67	-22.77	0.00	-157.31	-629.53
68	-22.67	0.00	-158.14	-645.28
69	-22.57	0.00	-158.92	-661.11
70	-22.47	0.00	-159.65	-677.01
71	-22.37	0.00	-160.34	-692.99
72	-22.27	0.00	-160.98	-709.03
73	-22.17	0.00	-161.57	-725.14
74	-22.07	0.00	-162.12	-741.30
75	-21.97	0.00	-162.62	-757.51
76	-21.87	0.00	-163.08	-773.77
77	-21.77	0.00	-163.48	-790.08
78	-21.67	0.00	-163.85	-806.42
79	-21.57	0.00	-164.16	-822.80
80	-21.47	0.00	-164.43	-839.20
81	-21.37	0.00	-164.65	-855.63
82	-21.27	0.00	-164.83	-872.08
83	-21.17	0.00	-164.96	-888.55
84	-21.07	0.00	-165.04	-905.03
85	-20.97	0.00	-165.08	-921.51
86	-20.87	0.00	-165.07	-937.99
87	-20.77	0.00	-165.01	-954.47
88	-20.67	0.00	-164.91	-970.94
89	-20.57	0.00	-164.76	-987.40
90	-20.47	0.00	-164.57	-1003.85
91	-20.37	0.00	-164.32	-1020.27
92	-20.27	0.00	-164.04	-1036.66
93	-20.17	0.00	-163.70	-1053.03
94	-20.07	0.00	-163.32	-1069.35
95	-19.97	0.00	-162.89	-1085.64
96	-19.87	0.00	-162.42	-1101.88
97	-19.77	0.00	-161.90	-1118.07
98	-19.67	0.00	-161.33	-1134.21
99	-19.57	0.00	-160.72	-1150.29
100	-19.47	0.00	-160.05	-1166.31
101	-19.37	0.00	-159.35	-1182.25
102	-19.27	0.00	-158.59	-1198.13
103	-19.17	0.00	-157.79	-1213.92
104	-19.08	0.00	-156.95	-1229.64
105	-18.98	0.00	-156.06	-1245.27
106	-18.88	0.00	-155.12	-1260.80
107	-18.78	0.00	-154.13	-1276.24



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	77 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
108	-18.68	0.00	-153.10	-1291.58
109	-18.58	0.00	-152.02	-1306.82
110	-18.48	0.00	-150.90	-1321.94
111	-18.38	0.00	-149.72	-1336.95
112	-18.28	0.00	-148.51	-1351.84
113	-18.18	0.00	-147.24	-1366.61
114	-18.08	0.00	-145.93	-1381.24
115	-17.98	0.00	-144.57	-1395.75
116	-17.88	0.00	-143.17	-1410.11
117	-17.78	0.00	-141.72	-1424.34
118	-17.68	0.00	-140.22	-1438.42
119	-17.58	0.00	-138.68	-1452.34
120	-17.48	0.00	-137.09	-1466.11
121	-17.38	0.00	-135.45	-1479.72
122	-17.28	0.00	-133.77	-1493.16
123	-17.18	0.00	-132.04	-1506.43
124	-17.08	0.00	-130.27	-1519.53
125	-16.98	0.00	-128.44	-1532.44
126	-16.88	0.00	-126.58	-1545.18
127	-16.78	0.00	-124.66	-1557.72
128	-16.68	0.00	-122.70	-1570.07
129	-16.58	0.00	-120.69	-1582.22
130	-16.48	0.00	-118.64	-1594.17
131	-16.38	0.00	-116.54	-1605.91
132	-16.28	0.00	-114.39	-1617.44
133	-16.18	0.00	-112.19	-1628.76
134	-16.08	0.00	-109.95	-1639.85
135	-15.98	0.00	-107.67	-1650.71
136	-15.88	0.00	-105.33	-1661.35
137	-15.78	0.00	-102.95	-1671.75
138	-15.68	0.00	-100.53	-1681.91
139	-15.58	0.00	-98.06	-1691.82
140	-15.48	0.00	-95.54	-1701.49
141	-15.38	0.00	-92.97	-1710.90
142	-15.28	0.00	-90.36	-1720.05
143	-15.18	0.00	-87.70	-1728.94
144	-15.08	0.00	-85.00	-1737.57
145	-14.98	0.00	-82.24	-1745.92
146	-14.88	0.00	-79.45	-1753.99
147	-14.78	0.00	-76.60	-1761.78
148	-14.68	0.00	-73.71	-1769.29
149	-14.58	0.00	-70.77	-1776.50
150	-14.48	0.00	-67.79	-1783.42
151	-14.38	0.00	-64.76	-1790.04
152	-14.28	0.00	-61.68	-1796.35
153	-14.18	0.00	-58.56	-1802.35
154	-14.08	0.00	-55.39	-1808.04
155	-13.98	0.00	-52.17	-1813.41
156	-13.88	0.00	-48.91	-1818.46
157	-13.78	0.00	-45.60	-1823.18
158	-13.68	0.00	-42.25	-1827.57
159	-13.58	0.00	-38.84	-1831.62
160	-13.48	0.00	-35.40	-1835.32
161	-13.38	0.00	-31.90	-1838.68
162	-13.28	0.00	-28.36	-1841.69
163	-13.18	0.00	-24.77	-1844.35
164	-13.08	0.00	-21.14	-1846.64
165	-12.98	0.00	-17.46	-1848.57
166	-12.88	0.00	-13.73	-1850.12
167	-12.78	0.00	-9.96	-1851.31
168	-12.68	0.00	-6.14	-1852.11
169	-12.58	0.00	-2.27	-1852.53
170	-12.48	0.00	1.64	-1852.56
171	-12.38	0.00	5.60	-1852.20
172	-12.29	0.00	9.61	-1851.44



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	78 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
173	-12.19	0.00	13.66	-1850.28
174	-12.09	0.00	17.76	-1848.71
175	-11.99	0.00	21.91	-1846.73
176	-11.89	0.00	26.10	-1844.33
177	-11.79	0.00	30.34	-1841.52
178	-11.69	0.00	34.62	-1838.27
179	-11.59	0.00	38.95	-1834.60
180	-11.49	0.00	43.33	-1830.49
181	-11.39	0.00	47.76	-1825.94
182	-11.29	0.00	52.23	-1820.95
183	-11.19	0.00	56.75	-1815.51
184	-11.09	0.00	61.31	-1809.62
185	-10.99	0.00	65.92	-1803.27
186	-10.89	0.00	70.58	-1796.45
187	-10.79	0.00	75.28	-1789.17
188	-10.69	0.00	80.03	-1781.42
189	-10.59	0.00	84.83	-1773.19
190	-10.49	0.00	89.67	-1764.48
191	-10.39	0.00	94.56	-1755.28
192	-10.29	0.00	99.49	-1745.59
193	-10.19	0.00	104.47	-1735.41
194	-10.09	0.00	109.50	-1724.72
195	-9.99	0.00	114.58	-1713.54
196	-9.89	0.00	119.70	-1701.84
197	-9.79	0.00	124.87	-1689.63
198	-9.69	0.00	130.08	-1676.90
199	-9.59	0.00	135.34	-1663.65
200	-9.49	0.00	140.65	-1649.87
201	-9.39	0.00	146.00	-1635.56
202	-9.29	0.00	151.40	-1620.71
203	-9.19	0.00	156.85	-1605.32
204	-9.09	0.00	162.34	-1589.39
205	-8.99	0.00	167.88	-1572.90
206	-8.89	0.00	173.47	-1555.86
207	-8.79	0.00	179.10	-1538.26
208	-8.69	0.00	184.78	-1520.09
209	-8.59	0.00	190.51	-1501.35
210	-8.49	0.00	196.28	-1482.04
211	-8.39	0.00	202.10	-1462.15
212	-8.29	0.00	207.96	-1441.68
213	-8.19	0.00	213.87	-1420.62
214	-8.09	0.00	219.83	-1398.97
215	-7.99	0.00	225.84	-1376.72
216	-7.89	0.00	231.89	-1353.86
217	-7.79	0.00	237.98	-1330.41
218	-7.69	0.00	244.13	-1306.34
219	-7.59	0.00	250.32	-1281.65
220	-7.49	0.00	256.55	-1256.34
221	-7.39	0.00	262.84	-1230.41
222	-7.29	0.00	269.17	-1203.85
223	-7.19	0.00	275.54	-1176.66
224	-7.09	0.00	281.97	-1148.82
225	-6.99	0.00	288.43	-1120.35
226	-6.89	0.00	294.95	-1091.22
227	-6.79	0.00	301.51	-1061.44
228	-6.69	0.00	308.12	-1031.00
229	-6.59	0.00	314.78	-999.90
230	-6.49	0.00	321.48	-968.14
231	-6.39	0.00	328.22	-935.70
232	-6.29	0.00	335.02	-902.59
233	-6.19	0.00	341.86	-868.79
234	-6.09	0.00	348.75	-834.32
235	-5.99	0.00	355.68	-799.15
236	-5.89	0.00	362.66	-763.28
237	-5.79	0.00	369.69	-726.72



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	79 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
238	-5.69	0.00	376.76	-689.45
239	-5.59	0.00	383.88	-651.47
240	-5.50	0.00	391.05	-612.79
241	-5.40	0.00	398.26	-573.38
242	-5.30	0.00	405.52	-533.25
243	-5.20	0.00	412.82	-492.39
244	-5.10	0.00	420.18	-450.80
245	-5.00	0.00	427.57	-408.48
246	-4.90	0.00	435.02	-365.41
247	-4.80	0.00	442.51	-321.60
248	-4.70	0.00	450.05	-277.04
249	-4.60	0.00	457.63	-231.72
250	-4.50	0.00	465.26	-185.64
251	-4.40	0.00	472.94	-138.80
252	-4.30	0.00	480.66	-91.19
253	-4.20	0.00	488.43	-42.81
254	-4.10	0.00	496.25	6.35
255	-4.00	0.00	504.11	56.30
256	-3.90	0.00	512.02	107.03
257	-3.80	0.00	519.98	158.55
258	-3.70	0.00	527.98	210.87
259	-3.60	0.00	536.03	264.00
260	-3.50	0.00	544.13	317.93
261	-3.40	0.00	552.27	372.66
262	-3.30	0.00	560.46	428.22
263	-3.20	0.00	568.69	484.59
264	-3.10	0.00	576.97	541.79
265	-3.00	0.00	585.30	599.82
266	-2.90	0.00	593.68	658.68
267	-2.80	0.00	602.10	718.38
268	-2.70	0.00	610.56	778.93
269	-2.60	0.00	619.08	840.32
270	-2.50	0.00	627.64	902.56
271	-2.40	0.00	636.25	965.66
272	-2.30	0.00	644.90	1029.63
273	-2.20	0.00	653.60	1094.46
274	-2.10	0.00	662.34	1160.16

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-29.36	0.00	0.00	0.00
2	-29.26	0.00	-3.89	-0.19
3	-29.16	0.00	-7.73	-0.78
4	-29.06	0.00	-11.51	-1.74
5	-28.96	0.00	-15.24	-3.07
6	-28.86	0.00	-18.92	-4.78
7	-28.76	0.00	-22.54	-6.85
8	-28.66	0.00	-26.11	-9.28
9	-28.56	0.00	-29.63	-12.06
10	-28.46	0.00	-33.10	-15.19
11	-28.36	0.00	-36.51	-18.67
12	-28.26	0.00	-39.87	-22.48
13	-28.16	0.00	-43.17	-26.63
14	-28.06	0.00	-46.42	-31.10
15	-27.96	0.00	-49.62	-35.90
16	-27.86	0.00	-52.77	-41.01
17	-27.76	0.00	-55.86	-46.44
18	-27.66	0.00	-58.90	-52.17
19	-27.56	0.00	-61.88	-58.20



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	80 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
20	-27.46	0.00	-64.82	-64.52
21	-27.36	0.00	-67.69	-71.14
22	-27.26	0.00	-70.52	-78.04
23	-27.16	0.00	-73.29	-85.22
24	-27.06	0.00	-76.01	-92.67
25	-26.96	0.00	-78.68	-100.40
26	-26.86	0.00	-81.29	-108.39
27	-26.76	0.00	-83.85	-116.63
28	-26.66	0.00	-86.36	-125.13
29	-26.56	0.00	-88.81	-133.88
30	-26.46	0.00	-91.21	-142.86
31	-26.36	0.00	-93.56	-152.09
32	-26.26	0.00	-95.85	-161.55
33	-26.16	0.00	-98.09	-171.23
34	-26.06	0.00	-100.28	-181.13
35	-25.96	0.00	-102.41	-191.25
36	-25.87	0.00	-104.49	-201.59
37	-25.77	0.00	-106.52	-212.12
38	-25.67	0.00	-108.50	-222.86
39	-25.57	0.00	-110.42	-233.79
40	-25.47	0.00	-112.28	-244.91
41	-25.37	0.00	-114.10	-256.21
42	-25.27	0.00	-115.86	-267.69
43	-25.17	0.00	-117.57	-279.35
44	-25.07	0.00	-119.22	-291.17
45	-24.97	0.00	-120.83	-303.15
46	-24.87	0.00	-122.37	-315.30
47	-24.77	0.00	-123.87	-327.59
48	-24.67	0.00	-125.31	-340.03
49	-24.57	0.00	-126.70	-352.61
50	-24.47	0.00	-128.04	-365.33
51	-24.37	0.00	-129.32	-378.18
52	-24.27	0.00	-130.55	-391.16
53	-24.17	0.00	-131.72	-404.25
54	-24.07	0.00	-132.85	-417.46
55	-23.97	0.00	-133.91	-430.78
56	-23.87	0.00	-134.93	-444.20
57	-23.77	0.00	-135.89	-457.72
58	-23.67	0.00	-136.80	-471.34
59	-23.57	0.00	-137.66	-485.04
60	-23.47	0.00	-138.46	-498.83
61	-23.37	0.00	-139.21	-512.69
62	-23.27	0.00	-139.91	-526.63
63	-23.17	0.00	-140.55	-540.63
64	-23.07	0.00	-141.14	-554.70
65	-22.97	0.00	-141.68	-568.82
66	-22.87	0.00	-142.17	-582.99
67	-22.77	0.00	-142.60	-597.21
68	-22.67	0.00	-142.97	-611.47
69	-22.57	0.00	-143.30	-625.76
70	-22.47	0.00	-143.57	-640.08
71	-22.37	0.00	-143.79	-654.43
72	-22.27	0.00	-143.95	-668.80
73	-22.17	0.00	-144.06	-683.18
74	-22.07	0.00	-144.12	-697.56
75	-21.97	0.00	-144.13	-711.96
76	-21.87	0.00	-144.08	-726.35
77	-21.77	0.00	-143.98	-740.73
78	-21.67	0.00	-143.82	-755.10
79	-21.57	0.00	-143.61	-769.45
80	-21.47	0.00	-143.35	-783.78
81	-21.37	0.00	-143.04	-798.07
82	-21.27	0.00	-142.67	-812.34
83	-21.17	0.00	-142.25	-826.57
84	-21.07	0.00	-141.78	-840.75



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	81 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
85	-20.97	0.00	-141.25	-854.88
86	-20.87	0.00	-140.67	-868.95
87	-20.77	0.00	-140.03	-882.97
88	-20.67	0.00	-139.35	-896.92
89	-20.57	0.00	-138.61	-910.79
90	-20.47	0.00	-137.81	-924.60
91	-20.37	0.00	-136.97	-938.31
92	-20.27	0.00	-136.07	-951.95
93	-20.17	0.00	-135.11	-965.49
94	-20.07	0.00	-134.11	-978.93
95	-19.97	0.00	-133.05	-992.27
96	-19.87	0.00	-131.94	-1005.50
97	-19.77	0.00	-130.77	-1018.61
98	-19.67	0.00	-129.55	-1031.61
99	-19.57	0.00	-128.28	-1044.48
100	-19.47	0.00	-126.95	-1057.23
101	-19.37	0.00	-125.57	-1069.84
102	-19.27	0.00	-124.14	-1082.30
103	-19.17	0.00	-122.66	-1094.63
104	-19.08	0.00	-121.12	-1106.80
105	-18.98	0.00	-119.52	-1118.81
106	-18.88	0.00	-117.88	-1130.66
107	-18.78	0.00	-116.18	-1142.35
108	-18.68	0.00	-114.43	-1153.86
109	-18.58	0.00	-112.63	-1165.20
110	-18.48	0.00	-110.77	-1176.36
111	-18.38	0.00	-108.86	-1187.32
112	-18.28	0.00	-106.89	-1198.09
113	-18.18	0.00	-104.87	-1208.67
114	-18.08	0.00	-102.80	-1219.04
115	-17.98	0.00	-100.68	-1229.19
116	-17.88	0.00	-98.50	-1239.14
117	-17.78	0.00	-96.27	-1248.86
118	-17.68	0.00	-93.99	-1258.36
119	-17.58	0.00	-91.65	-1267.63
120	-17.48	0.00	-89.26	-1276.67
121	-17.38	0.00	-86.82	-1285.46
122	-17.28	0.00	-84.32	-1294.00
123	-17.18	0.00	-81.77	-1302.29
124	-17.08	0.00	-79.17	-1310.33
125	-16.98	0.00	-76.51	-1318.10
126	-16.88	0.00	-73.80	-1325.61
127	-16.78	0.00	-71.04	-1332.84
128	-16.68	0.00	-68.22	-1339.79
129	-16.58	0.00	-65.35	-1346.46
130	-16.48	0.00	-62.43	-1352.84
131	-16.38	0.00	-59.46	-1358.93
132	-16.28	0.00	-56.43	-1364.72
133	-16.18	0.00	-53.34	-1370.20
134	-16.08	0.00	-50.21	-1375.37
135	-15.98	0.00	-47.02	-1380.22
136	-15.88	0.00	-43.78	-1384.76
137	-15.78	0.00	-40.48	-1388.96
138	-15.68	0.00	-37.14	-1392.84
139	-15.58	0.00	-33.73	-1396.38
140	-15.48	0.00	-30.28	-1399.57
141	-15.38	0.00	-26.77	-1402.42
142	-15.28	0.00	-23.21	-1404.92
143	-15.18	0.00	-19.60	-1407.06
144	-15.08	0.00	-15.93	-1408.83
145	-14.98	0.00	-12.21	-1410.24
146	-14.88	0.00	-8.43	-1411.27
147	-14.78	0.00	-4.61	-1411.92
148	-14.68	0.00	-0.73	-1412.19
149	-14.58	0.00	3.21	-1412.06



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	82 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
150	-14.48	0.00	7.19	-1411.54
151	-14.38	0.00	11.23	-1410.62
152	-14.28	0.00	15.33	-1409.30
153	-14.18	0.00	19.47	-1407.56
154	-14.08	0.00	23.67	-1405.41
155	-13.98	0.00	27.93	-1402.83
156	-13.88	0.00	32.23	-1399.83
157	-13.78	0.00	36.59	-1396.39
158	-13.68	0.00	41.01	-1392.52
159	-13.58	0.00	45.47	-1388.20
160	-13.48	0.00	49.99	-1383.44
161	-13.38	0.00	54.56	-1378.22
162	-13.28	0.00	59.19	-1372.54
163	-13.18	0.00	63.87	-1366.39
164	-13.08	0.00	68.60	-1359.78
165	-12.98	0.00	73.39	-1352.69
166	-12.88	0.00	78.22	-1345.12
167	-12.78	0.00	83.12	-1337.07
168	-12.68	0.00	88.06	-1328.52
169	-12.58	0.00	93.06	-1319.48
170	-12.48	0.00	98.11	-1309.94
171	-12.38	0.00	103.21	-1299.88
172	-12.29	0.00	108.37	-1289.32
173	-12.19	0.00	113.58	-1278.24
174	-12.09	0.00	118.85	-1266.64
175	-11.99	0.00	124.17	-1254.50
176	-11.89	0.00	129.54	-1241.84
177	-11.79	0.00	134.96	-1228.63
178	-11.69	0.00	140.44	-1214.88
179	-11.59	0.00	145.97	-1200.58
180	-11.49	0.00	151.55	-1185.73
181	-11.39	0.00	157.19	-1170.32
182	-11.29	0.00	162.88	-1154.34
183	-11.19	0.00	168.62	-1137.79
184	-11.09	0.00	174.42	-1120.66
185	-10.99	0.00	180.27	-1102.95
186	-10.89	0.00	186.17	-1084.66
187	-10.79	0.00	192.13	-1065.77
188	-10.69	0.00	198.14	-1046.29
189	-10.59	0.00	204.20	-1026.20
190	-10.49	0.00	210.32	-1005.50
191	-10.39	0.00	216.49	-984.20
192	-10.29	0.00	222.71	-962.27
193	-10.19	0.00	228.98	-939.72
194	-10.09	0.00	235.31	-916.54
195	-9.99	0.00	241.69	-892.72
196	-9.89	0.00	248.13	-868.27
197	-9.79	0.00	254.62	-843.17
198	-9.69	0.00	261.16	-817.42
199	-9.59	0.00	267.75	-791.01
200	-9.49	0.00	274.40	-763.94
201	-9.39	0.00	281.10	-736.21
202	-9.29	0.00	287.86	-707.80
203	-9.19	0.00	294.67	-678.72
204	-9.09	0.00	301.53	-648.95
205	-8.99	0.00	308.44	-618.50
206	-8.89	0.00	315.41	-587.35
207	-8.79	0.00	322.43	-555.51
208	-8.69	0.00	329.50	-522.96
209	-8.59	0.00	336.63	-489.70
210	-8.49	0.00	343.81	-455.73
211	-8.39	0.00	351.05	-421.04
212	-8.29	0.00	358.33	-385.62
213	-8.19	0.00	365.67	-349.48
214	-8.09	0.00	373.07	-312.60



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	83 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
215	-7.99	0.00	380.51	-274.97
216	-7.89	0.00	388.01	-236.60
217	-7.79	0.00	395.57	-197.48
218	-7.69	0.00	403.17	-157.60
219	-7.59	0.00	410.83	-116.96
220	-7.49	0.00	418.54	-75.56
221	-7.39	0.00	426.31	-33.38
222	-7.29	0.00	434.13	9.58
223	-7.19	0.00	442.00	53.32
224	-7.09	0.00	449.93	97.86
225	-6.99	0.00	457.91	143.18
226	-6.89	0.00	465.94	189.30
227	-6.79	0.00	474.02	236.23
228	-6.69	0.00	482.16	283.97
229	-6.59	0.00	490.35	332.53
230	-6.49	0.00	498.60	381.90
231	-6.39	0.00	506.90	432.10
232	-6.29	0.00	515.25	483.13
233	-6.19	0.00	523.65	535.00
234	-6.09	0.00	532.11	587.71
235	-5.99	0.00	540.62	641.27
236	-5.89	0.00	549.18	695.68
237	-5.79	0.00	557.80	750.95
238	-5.69	0.00	566.47	807.08
239	-5.59	0.00	575.20	864.08
240	-5.50	0.00	583.97	921.95
241	-5.40	0.00	592.80	980.70
242	-5.30	0.00	601.69	1040.34
243	-5.20	0.00	610.63	1100.87
244	-5.10	0.00	619.62	1162.29
245	-5.00	0.00	628.66	1224.61
246	-4.90	0.00	637.75	1287.84
247	-4.80	0.00	646.90	1351.97
248	-4.70	0.00	656.11	1417.03
249	-4.60	0.00	665.36	1483.01
250	-4.50	0.00	674.67	1549.91
251	-4.40	0.00	684.04	1617.74
252	-4.30	0.00	693.45	1686.52
253	-4.20	0.00	702.92	1756.23
254	-4.10	0.00	712.44	1826.90
255	-4.00	0.00	722.02	1898.51
256	-3.90	0.00	731.65	1971.09
257	-3.80	0.00	741.33	2044.63
258	-3.70	0.00	751.06	2119.14
259	-3.60	0.00	760.85	2194.63
260	-3.50	0.00	770.69	2271.09
261	-3.40	0.00	780.59	2348.54
262	-3.30	0.00	790.54	2426.98
263	-3.20	0.00	800.54	2506.42
264	-3.10	0.00	810.59	2586.86
265	-3.00	0.00	820.70	2668.30
266	-2.90	0.00	830.86	2750.76
267	-2.80	0.00	841.08	2834.23
268	-2.70	0.00	851.34	2918.73
269	-2.60	0.00	861.67	3004.25
270	-2.50	0.00	872.04	3090.81
271	-2.40	0.00	882.47	3178.41
272	-2.30	0.00	892.95	3267.05
273	-2.20	0.00	903.48	3356.74
274	-2.10	0.00	914.07	3447.48



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	84 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-29.36	0.00	0.00	0.00
2	-29.26	0.00	-3.89	-0.19
3	-29.16	0.00	-7.73	-0.78
4	-29.06	0.00	-11.51	-1.74
5	-28.96	0.00	-15.24	-3.07
6	-28.86	0.00	-18.92	-4.78
7	-28.76	0.00	-22.55	-6.85
8	-28.66	0.00	-26.12	-9.28
9	-28.56	0.00	-29.64	-12.06
10	-28.46	0.00	-33.11	-15.20
11	-28.36	0.00	-36.52	-18.67
12	-28.26	0.00	-39.88	-22.49
13	-28.16	0.00	-43.19	-26.64
14	-28.06	0.00	-46.44	-31.11
15	-27.96	0.00	-49.65	-35.91
16	-27.86	0.00	-52.80	-41.03
17	-27.76	0.00	-55.89	-46.45
18	-27.66	0.00	-58.93	-52.19
19	-27.56	0.00	-61.92	-58.22
20	-27.46	0.00	-64.86	-64.55
21	-27.36	0.00	-67.75	-71.17
22	-27.26	0.00	-70.58	-78.08
23	-27.16	0.00	-73.36	-85.27
24	-27.06	0.00	-76.08	-92.73
25	-26.96	0.00	-78.75	-100.46
26	-26.86	0.00	-81.37	-108.45
27	-26.76	0.00	-83.94	-116.71
28	-26.66	0.00	-86.45	-125.21
29	-26.56	0.00	-88.91	-133.97
30	-26.46	0.00	-91.32	-142.97
31	-26.36	0.00	-93.67	-152.21
32	-26.26	0.00	-95.98	-161.67
33	-26.16	0.00	-98.22	-171.37
34	-26.06	0.00	-100.42	-181.29
35	-25.96	0.00	-102.56	-191.42
36	-25.87	0.00	-104.65	-201.77
37	-25.77	0.00	-106.69	-212.32
38	-25.67	0.00	-108.67	-223.07
39	-25.57	0.00	-110.60	-234.02
40	-25.47	0.00	-112.48	-245.16
41	-25.37	0.00	-114.31	-256.48
42	-25.27	0.00	-116.08	-267.99
43	-25.17	0.00	-117.80	-279.66
44	-25.07	0.00	-119.46	-291.51
45	-24.97	0.00	-121.07	-303.52
46	-24.87	0.00	-122.63	-315.69
47	-24.77	0.00	-124.14	-328.01
48	-24.67	0.00	-125.60	-340.48
49	-24.57	0.00	-127.00	-353.09
50	-24.47	0.00	-128.34	-365.84
51	-24.37	0.00	-129.64	-378.72
52	-24.27	0.00	-130.88	-391.72
53	-24.17	0.00	-132.07	-404.85
54	-24.07	0.00	-133.21	-418.10
55	-23.97	0.00	-134.29	-431.45
56	-23.87	0.00	-135.32	-444.92
57	-23.77	0.00	-136.30	-458.48
58	-23.67	0.00	-137.22	-472.13
59	-23.57	0.00	-138.09	-485.88
60	-23.47	0.00	-138.91	-499.71
61	-23.37	0.00	-139.68	-513.62
62	-23.27	0.00	-140.39	-527.60
63	-23.17	0.00	-141.05	-541.65
64	-23.07	0.00	-141.66	-555.77



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	85 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
65	-22.97	0.00	-142.21	-569.94
66	-22.87	0.00	-142.71	-584.17
67	-22.77	0.00	-143.16	-598.44
68	-22.67	0.00	-143.55	-612.76
69	-22.57	0.00	-143.89	-627.11
70	-22.47	0.00	-144.18	-641.49
71	-22.37	0.00	-144.42	-655.90
72	-22.27	0.00	-144.60	-670.33
73	-22.17	0.00	-144.73	-684.78
74	-22.07	0.00	-144.81	-699.23
75	-21.97	0.00	-144.83	-713.69
76	-21.87	0.00	-144.80	-728.15
77	-21.77	0.00	-144.72	-742.61
78	-21.67	0.00	-144.59	-757.05
79	-21.57	0.00	-144.40	-771.48
80	-21.47	0.00	-144.16	-785.89
81	-21.37	0.00	-143.86	-800.27
82	-21.27	0.00	-143.52	-814.62
83	-21.17	0.00	-143.12	-828.93
84	-21.07	0.00	-142.66	-843.20
85	-20.97	0.00	-142.16	-857.42
86	-20.87	0.00	-141.60	-871.59
87	-20.77	0.00	-140.99	-885.69
88	-20.67	0.00	-140.32	-899.74
89	-20.57	0.00	-139.60	-913.72
90	-20.47	0.00	-138.83	-927.62
91	-20.37	0.00	-138.01	-941.44
92	-20.27	0.00	-137.13	-955.18
93	-20.17	0.00	-136.20	-968.83
94	-20.07	0.00	-135.22	-982.38
95	-19.97	0.00	-134.19	-995.83
96	-19.87	0.00	-133.10	-1009.17
97	-19.77	0.00	-131.96	-1022.41
98	-19.67	0.00	-130.76	-1035.52
99	-19.57	0.00	-129.51	-1048.52
100	-19.47	0.00	-128.21	-1061.39
101	-19.37	0.00	-126.86	-1074.12
102	-19.27	0.00	-125.45	-1086.72
103	-19.17	0.00	-124.00	-1099.17
104	-19.08	0.00	-122.48	-1111.48
105	-18.98	0.00	-120.92	-1123.63
106	-18.88	0.00	-119.30	-1135.63
107	-18.78	0.00	-117.63	-1147.46
108	-18.68	0.00	-115.90	-1159.12
109	-18.58	0.00	-114.13	-1170.60
110	-18.48	0.00	-112.30	-1181.91
111	-18.38	0.00	-110.41	-1193.03
112	-18.28	0.00	-108.48	-1203.96
113	-18.18	0.00	-106.49	-1214.69
114	-18.08	0.00	-104.45	-1225.22
115	-17.98	0.00	-102.35	-1235.55
116	-17.88	0.00	-100.21	-1245.66
117	-17.78	0.00	-98.00	-1255.56
118	-17.68	0.00	-95.75	-1265.23
119	-17.58	0.00	-93.44	-1274.68
120	-17.48	0.00	-91.08	-1283.89
121	-17.38	0.00	-88.67	-1292.87
122	-17.28	0.00	-86.21	-1301.60
123	-17.18	0.00	-83.69	-1310.08
124	-17.08	0.00	-81.12	-1318.31
125	-16.98	0.00	-78.49	-1326.28
126	-16.88	0.00	-75.81	-1333.98
127	-16.78	0.00	-73.08	-1341.42
128	-16.68	0.00	-70.30	-1348.58
129	-16.58	0.00	-67.46	-1355.45



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	86 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
130	-16.48	0.00	-64.58	-1362.05
131	-16.38	0.00	-61.63	-1368.35
132	-16.28	0.00	-58.64	-1374.35
133	-16.18	0.00	-55.59	-1380.06
134	-16.08	0.00	-52.49	-1385.45
135	-15.98	0.00	-49.33	-1390.54
136	-15.88	0.00	-46.13	-1395.30
137	-15.78	0.00	-42.87	-1399.75
138	-15.68	0.00	-39.55	-1403.86
139	-15.58	0.00	-36.19	-1407.65
140	-15.48	0.00	-32.77	-1411.09
141	-15.38	0.00	-29.30	-1414.19
142	-15.28	0.00	-25.77	-1416.94
143	-15.18	0.00	-22.19	-1419.33
144	-15.08	0.00	-18.56	-1421.37
145	-14.98	0.00	-14.88	-1423.04
146	-14.88	0.00	-11.14	-1424.34
147	-14.78	0.00	-7.35	-1425.26
148	-14.68	0.00	-3.51	-1425.80
149	-14.58	0.00	0.39	-1425.96
150	-14.48	0.00	4.33	-1425.73
151	-14.38	0.00	8.34	-1425.09
152	-14.28	0.00	12.39	-1424.06
153	-14.18	0.00	16.50	-1422.62
154	-14.08	0.00	20.66	-1420.76
155	-13.98	0.00	24.87	-1418.49
156	-13.88	0.00	29.14	-1415.79
157	-13.78	0.00	33.46	-1412.67
158	-13.68	0.00	37.83	-1409.11
159	-13.58	0.00	42.26	-1405.11
160	-13.48	0.00	46.73	-1400.67
161	-13.38	0.00	51.27	-1395.78
162	-13.28	0.00	55.85	-1390.43
163	-13.18	0.00	60.49	-1384.62
164	-13.08	0.00	65.18	-1378.35
165	-12.98	0.00	69.92	-1371.60
166	-12.88	0.00	74.72	-1364.38
167	-12.78	0.00	79.57	-1356.68
168	-12.68	0.00	84.47	-1348.49
169	-12.58	0.00	89.42	-1339.81
170	-12.48	0.00	94.43	-1330.63
171	-12.38	0.00	99.49	-1320.95
172	-12.29	0.00	104.61	-1310.76
173	-12.19	0.00	109.77	-1300.06
174	-12.09	0.00	114.99	-1288.83
175	-11.99	0.00	120.27	-1277.09
176	-11.89	0.00	125.59	-1264.82
177	-11.79	0.00	130.97	-1252.01
178	-11.69	0.00	136.40	-1238.66
179	-11.59	0.00	141.89	-1224.76
180	-11.49	0.00	147.42	-1210.32
181	-11.39	0.00	153.02	-1195.32
182	-11.29	0.00	158.66	-1179.76
183	-11.19	0.00	164.36	-1163.63
184	-11.09	0.00	170.11	-1146.94
185	-10.99	0.00	175.91	-1129.66
186	-10.89	0.00	181.76	-1111.80
187	-10.79	0.00	187.67	-1093.36
188	-10.69	0.00	193.63	-1074.32
189	-10.59	0.00	199.65	-1054.69
190	-10.49	0.00	205.71	-1034.45
191	-10.39	0.00	211.84	-1013.60
192	-10.29	0.00	218.01	-992.14
193	-10.19	0.00	224.23	-970.06
194	-10.09	0.00	230.51	-947.36



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	87 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
195	-9.99	0.00	236.85	-924.03
196	-9.89	0.00	243.23	-900.06
197	-9.79	0.00	249.67	-875.45
198	-9.69	0.00	256.16	-850.20
199	-9.59	0.00	262.70	-824.29
200	-9.49	0.00	269.30	-797.73
201	-9.39	0.00	275.95	-770.51
202	-9.29	0.00	282.65	-742.62
203	-9.19	0.00	289.41	-714.06
204	-9.09	0.00	296.22	-684.82
205	-8.99	0.00	303.08	-654.90
206	-8.89	0.00	310.00	-624.29
207	-8.79	0.00	316.96	-592.99
208	-8.69	0.00	323.98	-560.99
209	-8.59	0.00	331.06	-528.29
210	-8.49	0.00	338.19	-494.87
211	-8.39	0.00	345.36	-460.75
212	-8.29	0.00	352.60	-425.90
213	-8.19	0.00	359.88	-390.33
214	-8.09	0.00	367.22	-354.03
215	-7.99	0.00	374.61	-316.99
216	-7.89	0.00	382.06	-279.21
217	-7.79	0.00	389.56	-240.69
218	-7.69	0.00	397.11	-201.41
219	-7.59	0.00	404.71	-161.38
220	-7.49	0.00	412.37	-120.59
221	-7.39	0.00	420.07	-79.03
222	-7.29	0.00	427.84	-36.69
223	-7.19	0.00	435.65	6.42
224	-7.09	0.00	443.52	50.31
225	-6.99	0.00	451.44	94.99
226	-6.89	0.00	459.42	140.47
227	-6.79	0.00	467.44	186.74
228	-6.69	0.00	475.52	233.82
229	-6.59	0.00	483.66	281.71
230	-6.49	0.00	491.84	330.41
231	-6.39	0.00	500.08	379.94
232	-6.29	0.00	508.37	430.28
233	-6.19	0.00	516.72	481.46
234	-6.09	0.00	525.12	533.48
235	-5.99	0.00	533.57	586.34
236	-5.89	0.00	542.07	640.04
237	-5.79	0.00	550.63	694.59
238	-5.69	0.00	559.24	750.00
239	-5.59	0.00	567.90	806.28
240	-5.50	0.00	576.62	863.42
241	-5.40	0.00	585.39	921.43
242	-5.30	0.00	594.21	980.33
243	-5.20	0.00	603.08	1040.10
244	-5.10	0.00	612.01	1100.77
245	-5.00	0.00	620.99	1162.33
246	-4.90	0.00	630.02	1224.79
247	-4.80	0.00	639.11	1288.15
248	-4.70	0.00	648.25	1352.42
249	-4.60	0.00	657.44	1417.61
250	-4.50	0.00	666.69	1483.72
251	-4.40	0.00	675.99	1550.75
252	-4.30	0.00	685.34	1618.72
253	-4.20	0.00	694.74	1687.62
254	-4.10	0.00	704.20	1757.47
255	-4.00	0.00	713.71	1828.26
256	-3.90	0.00	723.27	1900.00
257	-3.80	0.00	732.89	1972.70
258	-3.70	0.00	742.56	2046.37
259	-3.60	0.00	752.28	2121.00



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	88 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
260	-3.50	0.00	762.05	2196.60
261	-3.40	0.00	771.88	2273.19
262	-3.30	0.00	781.76	2350.75
263	-3.20	0.00	791.70	2429.31
264	-3.10	0.00	801.68	2508.86
265	-3.00	0.00	811.72	2589.42
266	-2.90	0.00	821.82	2670.97
267	-2.80	0.00	831.96	2753.54
268	-2.70	0.00	842.16	2837.12
269	-2.60	0.00	852.41	2921.73
270	-2.50	0.00	862.72	3007.36
271	-2.40	0.00	873.08	3094.02
272	-2.30	0.00	883.49	3181.72
273	-2.20	0.00	893.95	3270.46
274	-2.10	0.00	904.47	3360.25

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-29.36	0.00	0.00	0.00
2	-29.26	0.00	-3.89	-0.19
3	-29.16	0.00	-7.73	-0.78
4	-29.06	0.00	-11.51	-1.74
5	-28.96	0.00	-15.24	-3.07
6	-28.86	0.00	-18.92	-4.78
7	-28.76	0.00	-22.55	-6.85
8	-28.66	0.00	-26.12	-9.28
9	-28.56	0.00	-29.64	-12.06
10	-28.46	0.00	-33.11	-15.20
11	-28.36	0.00	-36.52	-18.67
12	-28.26	0.00	-39.88	-22.49
13	-28.16	0.00	-43.19	-26.64
14	-28.06	0.00	-46.44	-31.11
15	-27.96	0.00	-49.65	-35.91
16	-27.86	0.00	-52.80	-41.03
17	-27.76	0.00	-55.89	-46.45
18	-27.66	0.00	-58.93	-52.19
19	-27.56	0.00	-61.92	-58.22
20	-27.46	0.00	-64.86	-64.55
21	-27.36	0.00	-67.75	-71.17
22	-27.26	0.00	-70.58	-78.08
23	-27.16	0.00	-73.36	-85.27
24	-27.06	0.00	-76.08	-92.73
25	-26.96	0.00	-78.75	-100.46
26	-26.86	0.00	-81.37	-108.45
27	-26.76	0.00	-83.94	-116.71
28	-26.66	0.00	-86.45	-125.21
29	-26.56	0.00	-88.91	-133.97
30	-26.46	0.00	-91.32	-142.97
31	-26.36	0.00	-93.67	-152.21
32	-26.26	0.00	-95.98	-161.67
33	-26.16	0.00	-98.22	-171.37
34	-26.06	0.00	-100.42	-181.29
35	-25.96	0.00	-102.56	-191.42
36	-25.87	0.00	-104.65	-201.77
37	-25.77	0.00	-106.69	-212.32
38	-25.67	0.00	-108.67	-223.07
39	-25.57	0.00	-110.60	-234.02
40	-25.47	0.00	-112.48	-245.16
41	-25.37	0.00	-114.31	-256.48



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	89 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
42	-25.27	0.00	-116.08	-267.99
43	-25.17	0.00	-117.80	-279.66
44	-25.07	0.00	-119.46	-291.51
45	-24.97	0.00	-121.07	-303.52
46	-24.87	0.00	-122.63	-315.69
47	-24.77	0.00	-124.14	-328.01
48	-24.67	0.00	-125.60	-340.48
49	-24.57	0.00	-127.00	-353.09
50	-24.47	0.00	-128.34	-365.84
51	-24.37	0.00	-129.64	-378.72
52	-24.27	0.00	-130.88	-391.72
53	-24.17	0.00	-132.07	-404.85
54	-24.07	0.00	-133.21	-418.10
55	-23.97	0.00	-134.29	-431.45
56	-23.87	0.00	-135.32	-444.92
57	-23.77	0.00	-136.30	-458.48
58	-23.67	0.00	-137.22	-472.13
59	-23.57	0.00	-138.09	-485.88
60	-23.47	0.00	-138.91	-499.71
61	-23.37	0.00	-139.68	-513.62
62	-23.27	0.00	-140.39	-527.60
63	-23.17	0.00	-141.05	-541.65
64	-23.07	0.00	-141.66	-555.77
65	-22.97	0.00	-142.21	-569.94
66	-22.87	0.00	-142.71	-584.17
67	-22.77	0.00	-143.16	-598.44
68	-22.67	0.00	-143.55	-612.76
69	-22.57	0.00	-143.89	-627.11
70	-22.47	0.00	-144.18	-641.49
71	-22.37	0.00	-144.42	-655.90
72	-22.27	0.00	-144.60	-670.33
73	-22.17	0.00	-144.73	-684.78
74	-22.07	0.00	-144.81	-699.23
75	-21.97	0.00	-144.83	-713.69
76	-21.87	0.00	-144.80	-728.15
77	-21.77	0.00	-144.72	-742.61
78	-21.67	0.00	-144.59	-757.05
79	-21.57	0.00	-144.40	-771.48
80	-21.47	0.00	-144.16	-785.89
81	-21.37	0.00	-143.86	-800.27
82	-21.27	0.00	-143.52	-814.62
83	-21.17	0.00	-143.12	-828.93
84	-21.07	0.00	-142.66	-843.20
85	-20.97	0.00	-142.16	-857.42
86	-20.87	0.00	-141.60	-871.59
87	-20.77	0.00	-140.99	-885.69
88	-20.67	0.00	-140.32	-899.74
89	-20.57	0.00	-139.60	-913.72
90	-20.47	0.00	-138.83	-927.62
91	-20.37	0.00	-138.01	-941.44
92	-20.27	0.00	-137.13	-955.18
93	-20.17	0.00	-136.20	-968.83
94	-20.07	0.00	-135.22	-982.38
95	-19.97	0.00	-134.19	-995.83
96	-19.87	0.00	-133.10	-1009.17
97	-19.77	0.00	-131.96	-1022.41
98	-19.67	0.00	-130.76	-1035.52
99	-19.57	0.00	-129.51	-1048.52
100	-19.47	0.00	-128.21	-1061.39
101	-19.37	0.00	-126.86	-1074.12
102	-19.27	0.00	-125.45	-1086.72
103	-19.17	0.00	-124.00	-1099.17
104	-19.08	0.00	-122.48	-1111.48
105	-18.98	0.00	-120.92	-1123.63
106	-18.88	0.00	-119.30	-1135.63



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	90 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
107	-18.78	0.00	-117.63	-1147.46
108	-18.68	0.00	-115.90	-1159.12
109	-18.58	0.00	-114.13	-1170.60
110	-18.48	0.00	-112.30	-1181.91
111	-18.38	0.00	-110.41	-1193.03
112	-18.28	0.00	-108.48	-1203.96
113	-18.18	0.00	-106.49	-1214.69
114	-18.08	0.00	-104.45	-1225.22
115	-17.98	0.00	-102.35	-1235.55
116	-17.88	0.00	-100.21	-1245.66
117	-17.78	0.00	-98.00	-1255.56
118	-17.68	0.00	-95.75	-1265.23
119	-17.58	0.00	-93.44	-1274.68
120	-17.48	0.00	-91.08	-1283.89
121	-17.38	0.00	-88.67	-1292.87
122	-17.28	0.00	-86.21	-1301.60
123	-17.18	0.00	-83.69	-1310.08
124	-17.08	0.00	-81.12	-1318.31
125	-16.98	0.00	-78.49	-1326.28
126	-16.88	0.00	-75.81	-1333.98
127	-16.78	0.00	-73.08	-1341.42
128	-16.68	0.00	-70.30	-1348.58
129	-16.58	0.00	-67.46	-1355.45
130	-16.48	0.00	-64.58	-1362.05
131	-16.38	0.00	-61.63	-1368.35
132	-16.28	0.00	-58.64	-1374.35
133	-16.18	0.00	-55.59	-1380.06
134	-16.08	0.00	-52.49	-1385.45
135	-15.98	0.00	-49.33	-1390.54
136	-15.88	0.00	-46.13	-1395.30
137	-15.78	0.00	-42.87	-1399.75
138	-15.68	0.00	-39.55	-1403.86
139	-15.58	0.00	-36.19	-1407.65
140	-15.48	0.00	-32.77	-1411.09
141	-15.38	0.00	-29.30	-1414.19
142	-15.28	0.00	-25.77	-1416.94
143	-15.18	0.00	-22.19	-1419.33
144	-15.08	0.00	-18.56	-1421.37
145	-14.98	0.00	-14.88	-1423.04
146	-14.88	0.00	-11.14	-1424.34
147	-14.78	0.00	-7.35	-1425.26
148	-14.68	0.00	-3.51	-1425.80
149	-14.58	0.00	0.39	-1425.96
150	-14.48	0.00	4.33	-1425.73
151	-14.38	0.00	8.34	-1425.09
152	-14.28	0.00	12.39	-1424.06
153	-14.18	0.00	16.50	-1422.62
154	-14.08	0.00	20.66	-1420.76
155	-13.98	0.00	24.87	-1418.49
156	-13.88	0.00	29.14	-1415.79
157	-13.78	0.00	33.46	-1412.67
158	-13.68	0.00	37.83	-1409.11
159	-13.58	0.00	42.26	-1405.11
160	-13.48	0.00	46.73	-1400.67
161	-13.38	0.00	51.27	-1395.78
162	-13.28	0.00	55.85	-1390.43
163	-13.18	0.00	60.49	-1384.62
164	-13.08	0.00	65.18	-1378.35
165	-12.98	0.00	69.92	-1371.60
166	-12.88	0.00	74.72	-1364.38
167	-12.78	0.00	79.57	-1356.68
168	-12.68	0.00	84.47	-1348.49
169	-12.58	0.00	89.42	-1339.81
170	-12.48	0.00	94.43	-1330.63
171	-12.38	0.00	99.49	-1320.95



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	91 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
172	-12.29	0.00	104.61	-1310.76
173	-12.19	0.00	109.77	-1300.06
174	-12.09	0.00	114.99	-1288.83
175	-11.99	0.00	120.27	-1277.09
176	-11.89	0.00	125.59	-1264.82
177	-11.79	0.00	130.97	-1252.01
178	-11.69	0.00	136.40	-1238.66
179	-11.59	0.00	141.89	-1224.76
180	-11.49	0.00	147.42	-1210.32
181	-11.39	0.00	153.02	-1195.32
182	-11.29	0.00	158.66	-1179.76
183	-11.19	0.00	164.36	-1163.63
184	-11.09	0.00	170.11	-1146.94
185	-10.99	0.00	175.91	-1129.66
186	-10.89	0.00	181.76	-1111.80
187	-10.79	0.00	187.67	-1093.36
188	-10.69	0.00	193.63	-1074.32
189	-10.59	0.00	199.65	-1054.69
190	-10.49	0.00	205.71	-1034.45
191	-10.39	0.00	211.84	-1013.60
192	-10.29	0.00	218.01	-992.14
193	-10.19	0.00	224.23	-970.06
194	-10.09	0.00	230.51	-947.36
195	-9.99	0.00	236.85	-924.03
196	-9.89	0.00	243.23	-900.06
197	-9.79	0.00	249.67	-875.45
198	-9.69	0.00	256.16	-850.20
199	-9.59	0.00	262.70	-824.29
200	-9.49	0.00	269.30	-797.73
201	-9.39	0.00	275.95	-770.51
202	-9.29	0.00	282.65	-742.62
203	-9.19	0.00	289.41	-714.06
204	-9.09	0.00	296.22	-684.82
205	-8.99	0.00	303.08	-654.90
206	-8.89	0.00	310.00	-624.29
207	-8.79	0.00	316.96	-592.99
208	-8.69	0.00	323.98	-560.99
209	-8.59	0.00	331.06	-528.29
210	-8.49	0.00	338.19	-494.87
211	-8.39	0.00	345.36	-460.75
212	-8.29	0.00	352.60	-425.90
213	-8.19	0.00	359.88	-390.33
214	-8.09	0.00	367.22	-354.03
215	-7.99	0.00	374.61	-316.99
216	-7.89	0.00	382.06	-279.21
217	-7.79	0.00	389.56	-240.69
218	-7.69	0.00	397.11	-201.41
219	-7.59	0.00	404.71	-161.38
220	-7.49	0.00	412.37	-120.59
221	-7.39	0.00	420.07	-79.03
222	-7.29	0.00	427.84	-36.69
223	-7.19	0.00	435.65	6.42
224	-7.09	0.00	443.52	50.31
225	-6.99	0.00	451.44	94.99
226	-6.89	0.00	459.42	140.47
227	-6.79	0.00	467.44	186.74
228	-6.69	0.00	475.52	233.82
229	-6.59	0.00	483.66	281.71
230	-6.49	0.00	491.84	330.41
231	-6.39	0.00	500.08	379.94
232	-6.29	0.00	508.37	430.28
233	-6.19	0.00	516.72	481.46
234	-6.09	0.00	525.12	533.48
235	-5.99	0.00	533.57	586.34
236	-5.89	0.00	542.07	640.04



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	92 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
237	-5.79	0.00	550.63	694.59
238	-5.69	0.00	559.24	750.00
239	-5.59	0.00	567.90	806.28
240	-5.50	0.00	576.62	863.42
241	-5.40	0.00	585.39	921.43
242	-5.30	0.00	594.21	980.33
243	-5.20	0.00	603.08	1040.10
244	-5.10	0.00	612.01	1100.77
245	-5.00	0.00	620.99	1162.33
246	-4.90	0.00	630.02	1224.79
247	-4.80	0.00	639.11	1288.15
248	-4.70	0.00	648.25	1352.42
249	-4.60	0.00	657.44	1417.61
250	-4.50	0.00	666.69	1483.72
251	-4.40	0.00	675.99	1550.75
252	-4.30	0.00	685.34	1618.72
253	-4.20	0.00	694.74	1687.62
254	-4.10	0.00	704.20	1757.47
255	-4.00	0.00	713.71	1828.26
256	-3.90	0.00	723.27	1900.00
257	-3.80	0.00	732.89	1972.70
258	-3.70	0.00	742.56	2046.37
259	-3.60	0.00	752.28	2121.00
260	-3.50	0.00	762.05	2196.60
261	-3.40	0.00	771.88	2273.19
262	-3.30	0.00	781.76	2350.75
263	-3.20	0.00	791.70	2429.31
264	-3.10	0.00	801.68	2508.86
265	-3.00	0.00	811.72	2589.42
266	-2.90	0.00	821.82	2670.97
267	-2.80	0.00	831.96	2753.54
268	-2.70	0.00	842.16	2837.12
269	-2.60	0.00	852.41	2921.73
270	-2.50	0.00	862.72	3007.36
271	-2.40	0.00	873.08	3094.02
272	-2.30	0.00	883.49	3181.72
273	-2.20	0.00	893.95	3270.46
274	-2.10	0.00	904.47	3360.25

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3E</td> <td>50</td> <td>D 78 CL</td> <td>IV0300 002</td> <td>A</td> <td>93 di 107</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	93 di 107
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	93 di 107								

### 10.3 RISULTATI PER INVILUPPO

#### 10.3.1 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic      Indice della combinazione

A      Tipo azione

I      Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V      Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub>      Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub>      Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	753.95	19.21	711.95	248.12	0.00	-8.18
	Peso/inerzia muro			0.00	1622.27/0.00	-10.71	-10.47
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza diagramma correttivo			508.84		0.00	-4.69
	Risultante forze sul muro			0.00	705.00	--	--

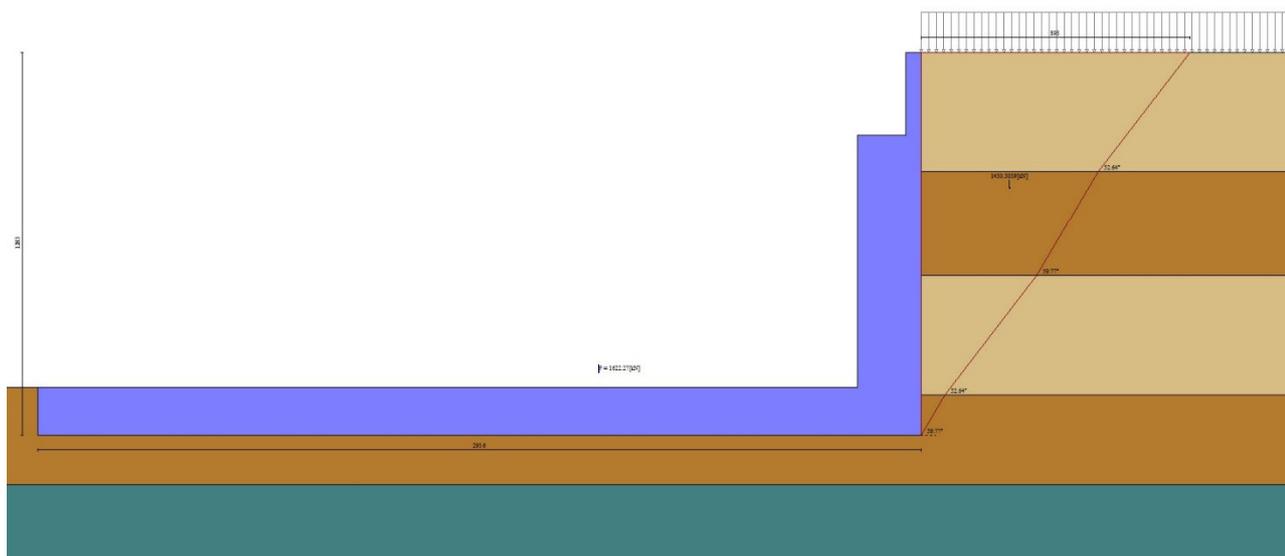


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

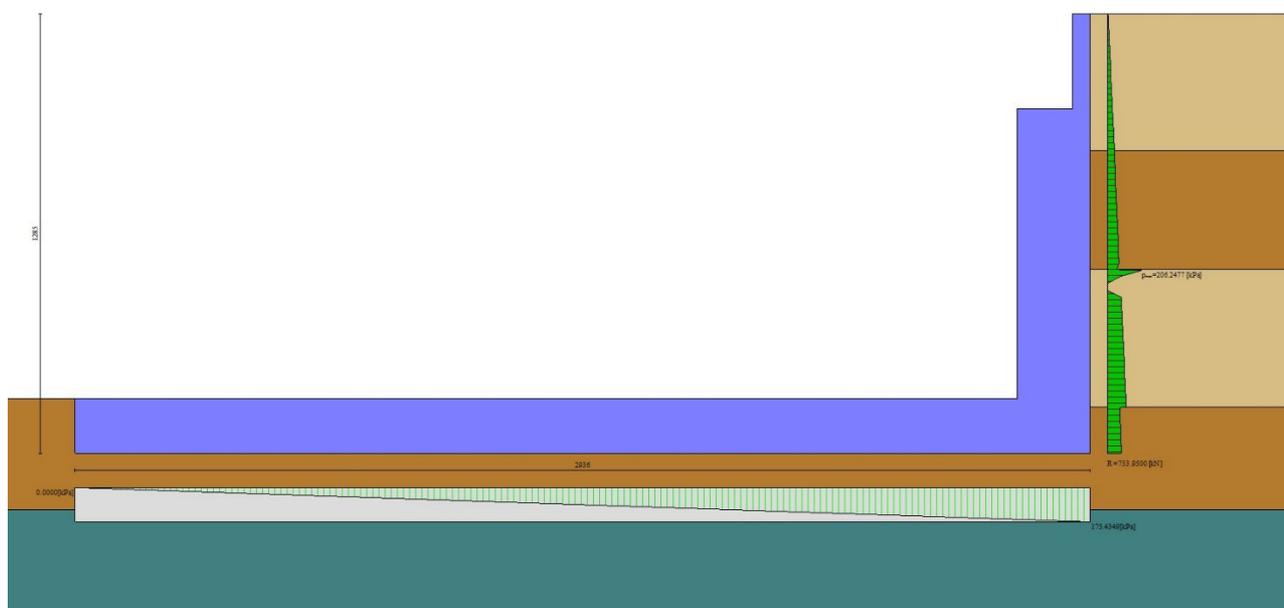


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### 10.3.2 Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR A1-M1-R3		1.611		1.738			
2 - STR A1-M1-R3	H + V	1.417		1.812			
3 - STR A1-M1-R3	H - V	1.406		1.923			
4 - GEO A2-M2-R2					1.361		
5 - GEO A2-M2-R2	H + V				1.498		



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
 - VIABILITÀ NM9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	95 di 107

Cmb	Sismica	FSsco	FSRIB	FSQLIM	FSSTAB	FSHYD	FSUPL
6 - GEO A2-M2-R2	H - V				1.445		
7 - EQU			19.248				
8 - EQU	H + V		15.265				
9 - EQU	H - V		9.588				

### Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
- Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
- Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
- Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
- Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
- Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
- R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
- T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
- FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
3 - STR A1-M1-R3 H - V	894.36	0.00	0.00	--	--	894.36	636.24	1.406

### Verifica a carico limite

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
- N Carico verticale totale, espresso in [kN]
- Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]
- Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]
- FS Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR A1-M1-R3	2575.38	4475.12	3196.51	1.738

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA -VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

### Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

$n^\circ$       Indece combinazione

$N_c, N_q, N_\gamma$       Fattori di capacità portante

$i_c, i_q, i_\gamma$       Fattori di inclinazione del carico

$d_c, d_q, d_\gamma$       Fattori di profondità del piano di posa

$g_c, g_q, g_\gamma$       Fattori di inclinazione del profilo topografico

$b_c, b_q, b_\gamma$       Fattori di inclinazione del piano di posa

$s_c, s_q, s_\gamma$       Fattori di forma della fondazione

$p_c, p_q, p_\gamma$       Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

$r_\gamma$       Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_\gamma N_\gamma$  viene moltiplicato per questo fattore

$D$       Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

$B'$       Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

$H$       Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]

$\gamma$       Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]

$\phi$       Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

$c$       Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

$n^\circ$	$N_c$ $N_q$ $N_\gamma$	$i_c$ $i_q$ $i_\gamma$	$d_c$ $d_q$ $d_\gamma$	$g_c$ $g_q$ $g_\gamma$	$b_c$ $b_q$ $b_\gamma$	$s_c$ $s_q$ $s_\gamma$	$p_c$ $p_q$ $p_\gamma$	$r_\gamma$	$D$	$B'$ $H$	$\gamma$	$\phi$	$c$
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	21.574 11.322 7.407	0.424 0.475 0.341	1.040 1.031 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.775	1.60	15.90 12.62	10.68	25.57	9

### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

$n^\circ$       Indice combinazione

$M_s$       Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

$M_r$       Momento ribaltante, espresso in [kNm]

$FS$       Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROMIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
9 - EQU H - V	43742.15	4562.04	9.588

### Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

- Ic      Indice/Tipo combinazione
- C      Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
- R      Raggio, espresso in [m]
- FS      Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO A2-M2-R2	-4.50; 4.50	30.33	1.361

### Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W      peso della striscia espresso in [kN]
- Qy     carico sulla striscia espresso in [kN]
- $\alpha$     angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$      angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c      coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
- b      larghezza della striscia espressa in [m]
- u      pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
- Tx; Ty   Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	168.16	51.45	25.50 - 2.24	73.822	19.605	4	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
2	427.24	51.45	2.24	61.783	19.605	4	0.0	
3	571.34	51.45	2.24	53.734	30.167	0	4.0	
4	638.55	51.45	2.24	47.057	19.605	8	30.7	
5	690.67	51.45	2.24	41.146	19.605	8	52.1	
6	733.29	51.45	2.24	35.735	19.605	8	69.5	
7	768.41	51.45	2.24	30.673	19.605	8	83.9	
8	797.25	51.45	2.24	25.867	19.605	8	95.8	
9	820.62	51.45	2.24	21.250	19.605	8	105.3	
10	839.09	51.45	2.24	16.774	19.605	8	112.9	
11	853.03	51.45	2.24	12.403	19.605	8	118.6	
12	892.05	725.48	2.24	8.104	19.605	8	122.6	
13	552.22	0.00	2.24	3.850	19.605	8	124.9	
14	397.20	0.00	2.24	-0.382	19.605	8	125.6	
15	394.87	0.00	2.24	-4.616	19.605	8	124.6	
16	388.53	0.00	2.24	-8.875	19.605	8	122.0	
17	378.08	0.00	2.24	-13.185	19.605	8	117.7	
18	363.34	0.00	2.24	-17.573	19.605	8	111.7	
19	344.02	0.00	2.24	-22.071	19.605	8	103.8	
20	319.71	0.00	2.24	-26.718	19.605	8	93.8	
21	289.81	0.00	2.24	-31.566	19.605	8	81.5	
22	253.45	0.00	2.24	-36.682	19.605	8	66.6	
23	209.29	0.00	2.24	-42.170	19.605	8	48.5	
24	155.14	0.00	2.24	-48.194	19.605	8	26.3	
25	71.39	0.00	-30.43 - 2.24	-54.909	30.167	0	0.0	

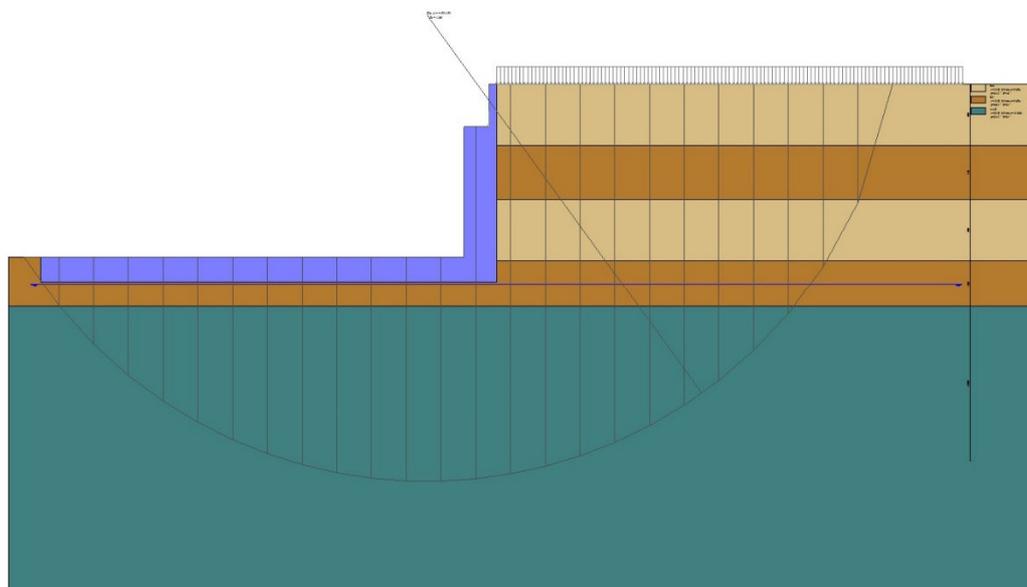


Fig. 12 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	99 di 107

## Cedimenti

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione

X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]

w Cedimento, espressa in [cm]

dw Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-29.36; -12.85	0.219	0.000
10	-14.68; -12.85	1.184	0.965
10	0.00; -12.85	0.757	0.538

### 10.3.3 Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	6.79	6.79	2.73	40.65	0.74	11.18
3	-1.11	13.58	13.58	6.15	82.85	3.13	45.31
4	-1.66	20.37	20.37	11.83	126.62	7.99	103.24
5	-2.22	27.16	27.16	19.99	171.95	16.68	185.84
6	-2.77	33.94	33.94	30.63	218.85	30.58	293.98
7	-2.77	306.01	739.01	30.68	219.02	-146.12	-120.49
8	-3.30	333.29	766.29	44.84	265.37	-126.21	7.79
9	-3.83	360.58	793.58	61.28	313.16	-98.19	161.02
10	-4.36	387.86	820.86	79.46	361.47	-60.89	339.80
11	-4.89	415.14	848.14	99.29	410.25	-13.55	544.24
12	-5.42	442.43	875.43	121.16	460.15	44.82	774.82
13	-5.95	469.71	902.71	145.08	511.18	115.29	1032.14
14	-6.48	497.00	930.00	171.03	563.33	198.96	1316.80
15	-7.01	524.28	957.28	199.03	616.63	296.90	1629.40
16	-7.54	551.57	984.57	229.80	673.06	409.84	1970.41
17	-8.07	578.85	1011.85	254.30	720.14	541.36	2343.96

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
18	-8.60	606.13	1039.13	283.48	771.47	683.60	2737.33
19	-9.13	633.42	1066.42	320.75	833.62	845.06	3162.56
20	-9.66	660.70	1093.70	360.14	897.21	1027.96	3621.12
21	-10.19	687.99	1120.99	401.63	962.24	1233.51	4113.75
22	-10.72	715.27	1148.27	445.23	1028.71	1462.90	4641.23
23	-11.25	742.56	1175.56	490.93	1096.62	1717.34	5204.31

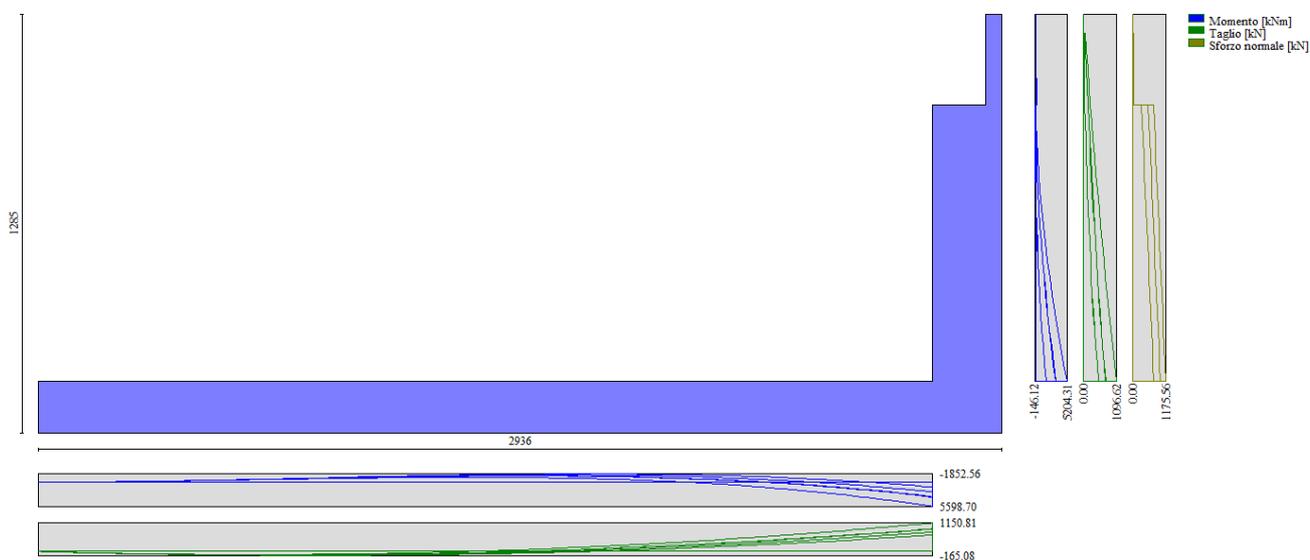


Fig. 13 – Involuppo sollecitazioni

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 10.4 VERIFICHE STRUTTURALI

### 10.4.1 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione:

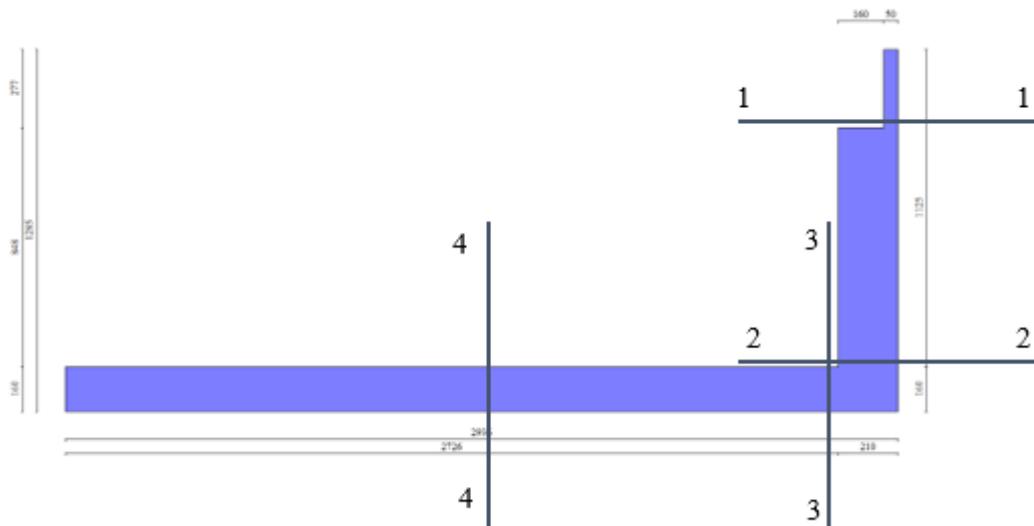


Figura 2: Schema con indicazioni sezioni di calcolo

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
Muro Paraghiaia (sez.1)	$\Phi 20/10$ cm	$\Phi 16/10$ cm	Spilli 6 $\phi$ 8mq
Muro Frontale (sez.2)	$\Phi 30/10$ cm	$\Phi 26/10$ cm	Spilli $\phi$ 16/40x20 cm
Fondazione sez. d'incastro (sez. 3)	I strato: $\Phi 30/10$ cm II strato: $\Phi 30/10$ cm	$\Phi 26/10$ cm	Spilli $\phi$ 16/40x20 cm
Fondazione sez. di mezzeria (sez.4)	$\Phi 26/10$ cm	$\Phi 26/10$ cm	Spilli 6 $\phi$ 8mq

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

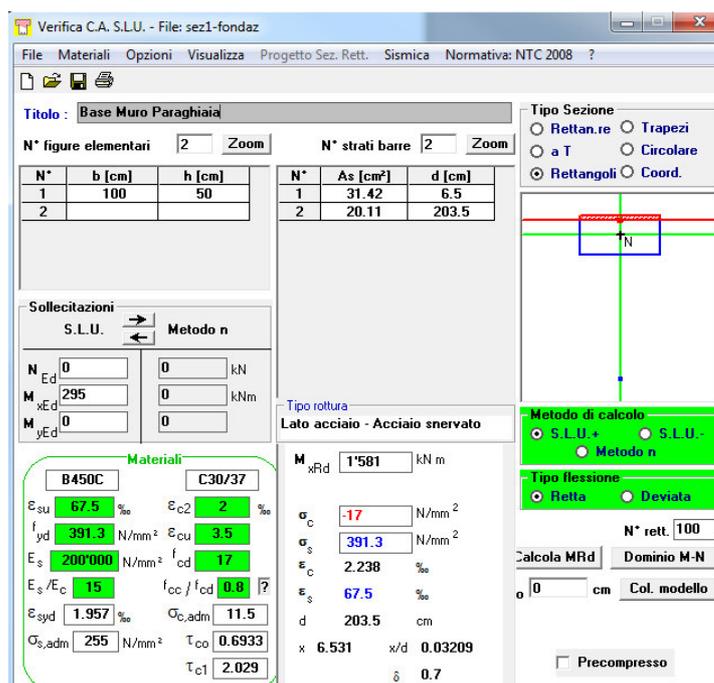
Ad eccezione del muro frontale e della sezione d'incastro della fondazione al muro frontale, per i quali risultano necessari una armatura a taglio, per i restanti elementi le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio tuttavia si prevede un minimo di armatura a taglio costituita da spilli 6 $\Phi$ 8/mq.

### 10.4.2 Verifiche SLU

Nel seguito del presente paragrafo si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e a taglio per le sezioni maggiormente significative riportate al paragrafo precedente. Le sollecitazioni sono valutate a filo elementi e sono intese come inviluppo tra le sollecitazioni delle varie combinazioni di calcolo considerate:

INVILUPPO SOLLECITAZIONI SLU	M	N	T
	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
BASE MURO PARAGHIAIA SEZ. 1	295	34	220
BASE MURO FRONTALE SEZ 2	5204	1175	1096
FONDAZIONE SEZ. 3	5598.7	0	1150
FONDAZIONE SEZ. 4	-1852.5	0	0

### MURO PARAGHIAIA (SEZ. 1)



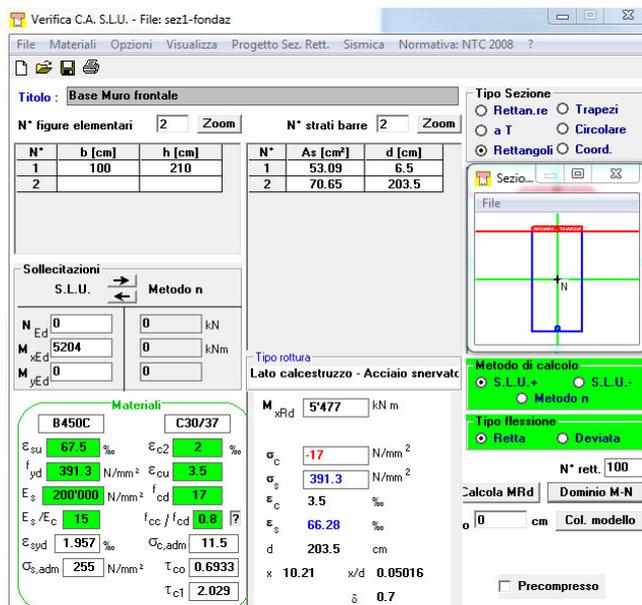
The screenshot shows the software interface for structural verification. Key parameters and results are as follows:

- Titolo:** Base Muro Paraghiaia
- N° figure elementari:** 2
- N° strati barre:** 2
- Materiali:** B450C (steel), C30/37 (concrete)
- Sollecitazioni (S.L.U.):**
  - $N_{Ed}$ : 0 kN
  - $M_{xEd}$ : 295 kNm
  - $M_{yEd}$ : 0 kNm
- Metodo di calcolo:** S.L.U. + Metodo n
- Tipo rottura:** Lato acciaio - Acciaio snervato
- Material Properties:**
  - $E_{su}$ : 67.5 %
  - $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>
  - $E_s$ : 200'000 N/mm<sup>2</sup>
  - $E_s/E_c$ : 15
  - $\epsilon_{syd}$ : 1.957 %
  - $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>
  - $\epsilon_{c2}$ : 2 %
  - $\epsilon_{cu}$ : 3.5 %
  - $f_{cd}$ : 17
  - $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8
  - $\sigma_{c,adm}$ : 11.5
  - $\tau_{co}$ : 0.6933
  - $\tau_{c1}$ : 2.029
- Results:**
  - $M_{xRd}$ : 1'581 kNm
  - $\sigma_c$ : -17 N/mm<sup>2</sup>
  - $\sigma_s$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>
  - $\epsilon_c$ : 2.238 %
  - $\epsilon_s$ : 67.5 %
  - $d$ : 203.5 cm
  - $x$ : 6.531
  - $x/d$ : 0.03209
  - $\delta$ : 0.7

$M_{Ed} = 295 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 1581 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

$V_{Ed} = 220 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 251.6 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

MURO FRONTALE (SEZ. 2)



**Verifica C.A. S.L.U. - File: sez1-fondaz**

**TITOLO: Base Muro frontale**

N° figure elementari: 2    N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	210	1	53.09	6.5
2			2	70.65	203.5

Sollecitazioni: S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0    M<sub>Ed</sub>: 5204    M<sub>xEd</sub>: 0    M<sub>yEd</sub>: 0

Materiali: B450C, C30/37

Metodo di calcolo: S.L.U.    Tipo flessione: Retta

M<sub>xRd</sub>: 5477 kNm

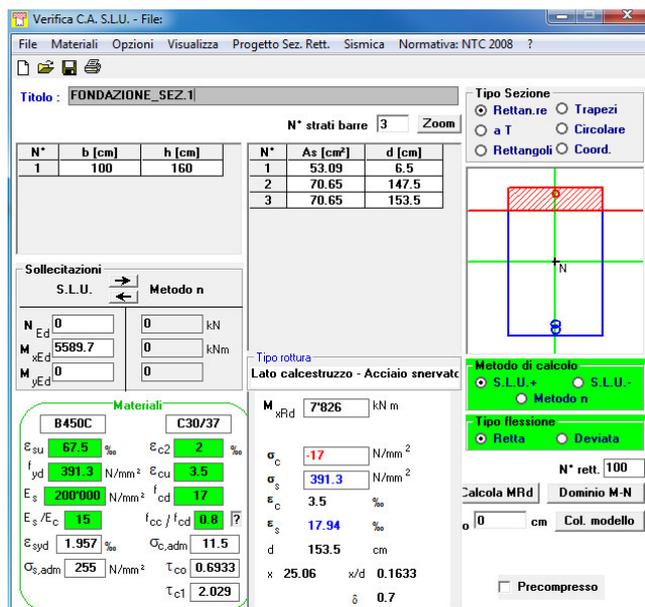
σ<sub>c</sub>: -17 N/mm²    σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²    ε<sub>s</sub>: 3.5 ‰    ε<sub>s</sub>: 66.28 ‰

d: 203.5 cm    x: 10.21    x/d: 0.05016    δ: 0.7

$M_{Ed} = 5204 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 5477 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

$V_{Ed} = 1096 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 2257 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

FONDAZIONE (SEZ. 3)



**Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE\_SEZ.1**

N° strati barre: 3

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	160	1	53.09	6.5
			2	70.65	147.5
			3	70.65	153.5

Sollecitazioni: S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0    M<sub>Ed</sub>: 5589.7    M<sub>xEd</sub>: 0    M<sub>yEd</sub>: 0

Materiali: B450C, C30/37

Metodo di calcolo: S.L.U.    Tipo flessione: Retta

M<sub>xRd</sub>: 7826 kNm

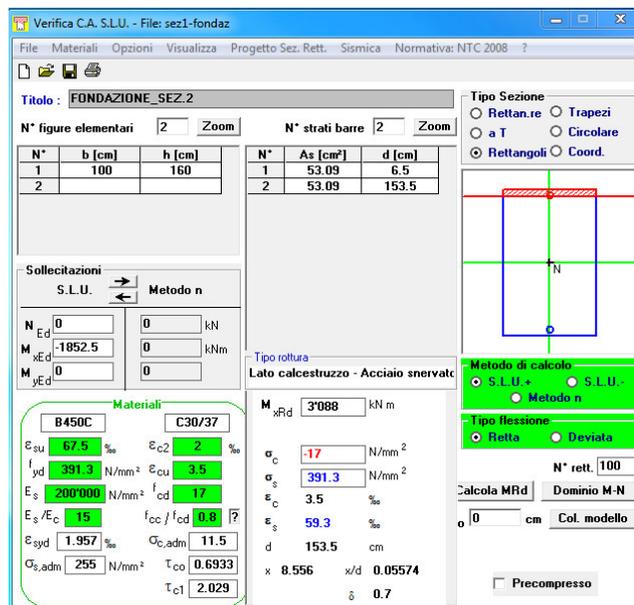
σ<sub>c</sub>: -17 N/mm²    σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²    ε<sub>s</sub>: 3.5 ‰    ε<sub>s</sub>: 17.94 ‰

d: 153.5 cm    x: 25.06    x/d: 0.1633    δ: 0.7

$M_{Ed} = 5589.7 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 7826 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

$V_{Ed} = 1150 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 1703.8 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

## FONDAZIONE (SEZ. 4)



$M_{Ed} = 1853 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 3088 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

$V_{Ed} = 0 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 551.6 \text{ kNm/m}$ . La verifica è soddisfatta.

### 10.4.3 Verifiche SLE

Nel seguito del presente paragrafo si riportano i risultati delle verifiche tensionali e a fessurazione per le sezioni maggiormente significative riportate al paragrafo precedente. Le sollecitazioni sono valutate a filo elementi e sono intese come inviluppo tra le sollecitazioni allo SLE delle varie combinazioni di calcolo considerate:

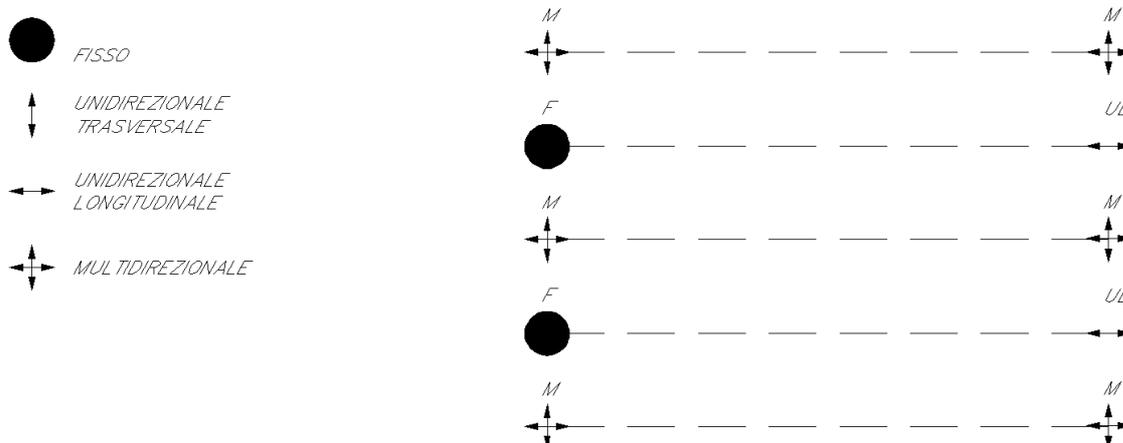
INVILUPPO SLE	M	N	T	w	$\sigma_c$	$\sigma_s$
	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kPa]	[kPa]
BASE MURO PARAGHIAIA SEZ.1	180	34	135	0.033	-3.6	70.6
BASE MURO FRONTALE SEZ. 2	3333	980	730.5	0.180	-5.062	252.5
FONDAZIONE SEZ. 3	3447	0	914	0.161	-7.42	187.2
FONDAZIONE SEZ. 4	-1415	0	0	0.114	-4.11	190.3

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 16.5 MPa (per calcestruzzo di classe C30/37 combinazioni rare) e di 360 MPa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di  $w_l = 0,2 \text{ mm}$  (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili).

Come si evince dai risultati in tabella le verifiche risultano soddisfatte.

## 11 AZIONI SUGLI APPOGGI

Nel seguito si riepilogano i valori delle azioni sugli appoggi per effetto dei carichi descritti in precedenza. Per la determinazione dei valori complessivi delle azioni sugli appoggi si rimanda alla relazione di calcolo delle sottostrutture.



Condizione statica SLU	N [kN]	TL [kN]	TT [kN]
MULTI	2500	0	0
UNI-LONG	2500	0	100
FISSI	3000	100	0

Condizione statica SLE-RARA	N [kN]	TL [kN]	TT [kN]
MULTI	1800	0	0
UNI-LONG	1800	0	100
FISSI	2200	100	0

Condizione sismica SLV	N [kN]	TL [kN]	TT [kN]
MULTI	1250	0	0
UNI-LONG	1000	0	1500
FISSI	1250	1500	1500

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	M03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA - VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO IV0300 002	REV. A

## 11.1 ESCURSIONE DEI GIUNTI

In accordo con il p.to 2.5.2.1.5.1 del RFI DTC SICS PS MA IFS 001 A, per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio può essere valutata come segue:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2D_t + 4d_{Ed} \cdot k_2 + 2d_{eg})$$

dove:

- $E_1$  è lo spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2$  è lo spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3$  è lo spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate;
- $k_1 = 0.45$  è un coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 = 0.55$  è un coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;
- $d_{Ed}$  è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento  $d_E$  prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 del D.M. 14/01/2008:  $d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$

dove  $d_{Ee}$  è lo spostamento corrispondente al periodo di vibrazione della pila ricavato dallo spettro elastico in termini di spostamento e  $\mu_D = q$  per  $T_1 \geq T_C$  oppure  $\mu_D = 1 + (q-1) \cdot T_C/T_1$  per  $T_1 < T_C$  e con la limitazione  $\mu_D \leq 5q-4$  ( $q$  è il fattore di struttura). Nel caso delle spale. Data la loro elevata rigidità si assume  $d_{Ee}=0$

- $d_{eg}$  è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 del D.M. 14/01/2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo ( $d_g$ ) di un punto può calcolarsi secondo l'espressione seguente:

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$$

dove  $a_g$ ,  $S$ ,  $T_C$ ,  $T_D$  sono le grandezze definite al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata**.6.6. Nel caso in esame si suppone in via cautelativa che tale spostamento assoluto coincida con lo spostamento relativo tra due punti, ossia si sta valutando lo spostamento relativo della fondazione in esame rispetto ad un punto fermo.

Di seguito è riportato il calcolo per le sottostrutture in esame:

Calcolo escursione longitudinale dei giunti														
Azione termica				Azione sismica					Azione sismica in fondazione		Escursione giunti		Limitazioni Normative	
L	$\Delta T$	$D_t$	$E_1$	$T_1$	$\mu_d$	$d_E$	$k_2$	$E_2$	$d_g$	$E_3$	$k_1$	$E_L$	$E_L = \max(E_0 + E_i)$	
[mm]	[°]	[mm]	[mm]	[s]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
36500	25.0	9.125	18.25	-	-	0.00	-	0.00	77	154.04	0.45	77.53	154.04	

Per garantire infine un minimo di escursione in funzione della sismicità del sito, il valore  $E_L$  dovrà essere assunto non minore di:



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

IV03 - CAVALCAFERROVIA STAZIONE NUOVA CATENANUOVA  
- VIABILITÀ NIV9: RELAZIONE DI CALCOLO SPALLAB

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	IV0300 002	A	107 di 107

Per valori di  $a_g(\text{SLV}) < 0.25g$  :  $E_L \geq \max(0.10m; 2.3 \cdot L/1000 + 0.073)$  =  $E_{L\min}$  156.95 mm

Per valori di  $a_g(\text{SLV}) \geq 0.25g$  :  $E_L \geq \max(0.15m; 3.3 \cdot L/1000 + 0.1)$  =  $E_{L\min}$  220.45 mm

ove:  $L$  = Lunghezza del ponte (m)

Nel caso in esame:

$$E_L = 157.0 \text{ mm}$$

Pertanto:

**ESCURSIONE DEI GIUNTI ( $\delta$  Giu)**

$$\square_{\text{GIU}} = \pm E_L/2 + 10\text{mm} = \pm 88.5 \text{ mm}$$

**AMPIEZZA DEI VARCHI (V)**

$$V \geq E_L/2 + V_0 = 98.5 \text{ mm}$$

ove:  $V_0 = 20 \text{ mm}$

Pertanto le escursioni dei giunti e le corse degli apparecchi d'appoggio devono essere pari a:

Escursioni	EL [mm]
Appoggi	$\pm$ 160
Giunti	$\pm$ 110