

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,  
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,  
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

RELAZIONE

RI – RILEVATI

RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR.  
10+529.84 e 10+770.06

RELAZIONE DI CALCOLO

APPALTATORE	PROGETTAZIONE
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	C	L	R	I	0	4	0	0	0	0	1	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	S. CHECCHI	14/06/18	PINTI	15/06/18	D'ANGELO	15/06/18	COPPA	
									30/06/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.RI.04.0.0.001.A.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	2 di 89

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>10</b>
4.1	CALCESTRUZZO .....	10
4.1.1	<i>Strutture di elevazione e fondazioni.....</i>	10
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE .....	11
4.3	COPRIFERRI MINIMI.....	11
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>14</b>
7.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	14
7.1.1	<i>Verifica a fessurazione .....</i>	14
7.1.2	<i>Verifica delle tensioni in esercizio.....</i>	15
7.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....	16
7.2.1	<i>Sollecitazioni flettenti .....</i>	16
7.2.2	<i>Sollecitazioni taglianti .....</i>	16
7.3	VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE .....	18
7.3.1	<i>Verifiche allo scorrimento .....</i>	18
7.3.2	<i>Verifiche a Ribaltamento .....</i>	19
7.3.3	<i>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite) .....</i>	19
7.4	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE .....	22

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	3 di 89

7.4.1	VERIFICHE IN FASE SISMICA.....	24
7.4.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	27
<b>8</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI ..</b>	<b>28</b>
8.1	FASE STATICA .....	28
8.2	FASE SISMICA .....	29
<b>9</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>32</b>
9.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1 .....	32
9.2	SOVRACCARICHI TRAFFICO FERROVIARIO.....	32
<b>10</b>	<b>AZIONE SISMICA DI VERIFICA .....</b>	<b>37</b>
<b>11</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>43</b>
<b>12</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE.....</b>	<b>56</b>
12.1	VERIFICHE MURO TIPO B (HMAX=2.40 M).....	56
12.2	VERIFICHE MURO TIPO C (HMAX=3.00 M).....	62
12.3	VERIFICHE MURO TIPO D (HMAX=4.15 M).....	68
12.4	VERIFICHE MURO TIPO E (HMAX=5.05 M).....	74
12.5	VERIFICHE MURO TIPO F (HMAX=5.50 M) .....	80
<b>13</b>	<b>INCIDENZE.....</b>	<b>86</b>
<b>14</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>89</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>4 di 89</b>

## 1 **PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali del muro di sostegno previsto tra le opere minori relative al progetto esecutivo della variante linea ferroviaria Napoli Cannello, itinerario Napoli-Bari.

In particolare, le opere in questione riguardano i muri di sostegno adottati per il tratto compreso tra le progressive 10+529.84 e 10+770.06, e presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto):

<b>TIPOLOGIA</b>	<b>H<sub>param</sub></b> <b>[m]</b>	<b>S<sub>param</sub></b> <b>[m]</b>	<b>L<sub>fond</sub></b> <b>[m]</b>	<b>S<sub>fond</sub></b> <b>[m]</b>
B	1.8÷2.4	0.58÷0.65	1.80	0.70
C	2.4÷3	0.65÷0.70	2.50	0.80
D	3.4÷4	0.75÷0.8	3.30	0.90
E	4.5÷5	0.80÷0.90	4.40	1.00
F	5÷5.5	0.90÷0.95	5.00	1.10

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno

Di seguito si riportano delle immagini rappresentative della tipologia di muro:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>5 di 89</b>

SEZIONE TIPO MURO DI SOSTEGNO

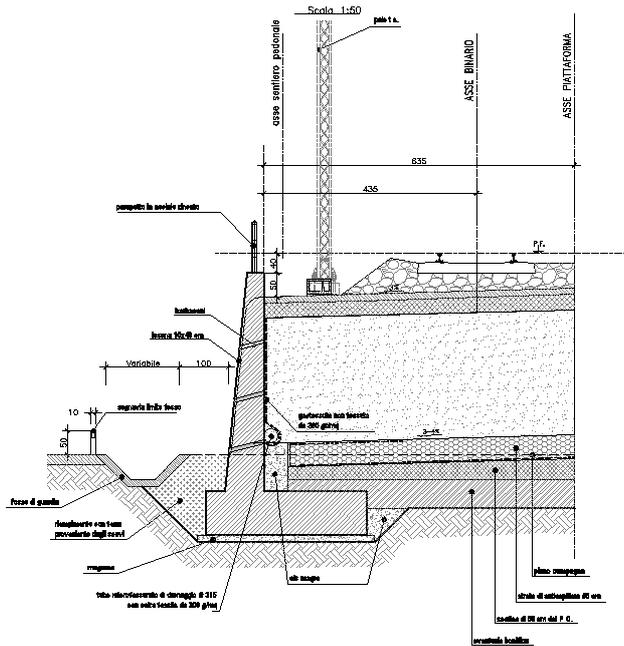


Figura 1: Sezione tipologica

Si riporta di seguito un inquadramento generale delle opere di sostegno di cui sopra:

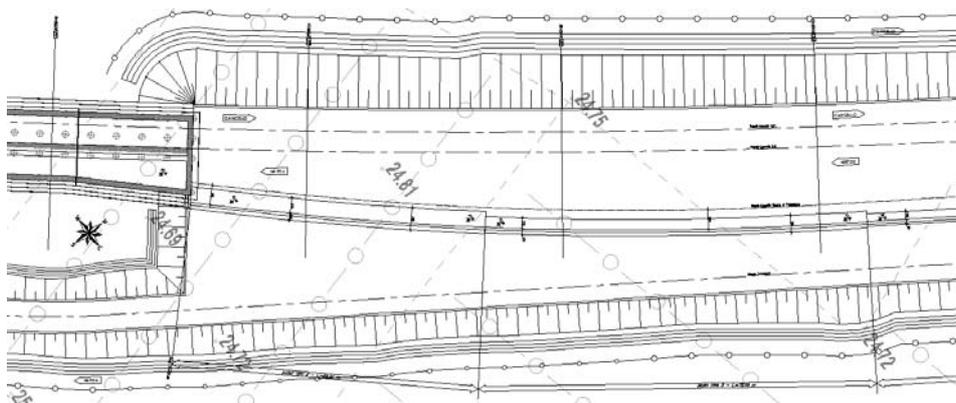


Figura 2 – Pianta 1/2

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>6 di 89</b>

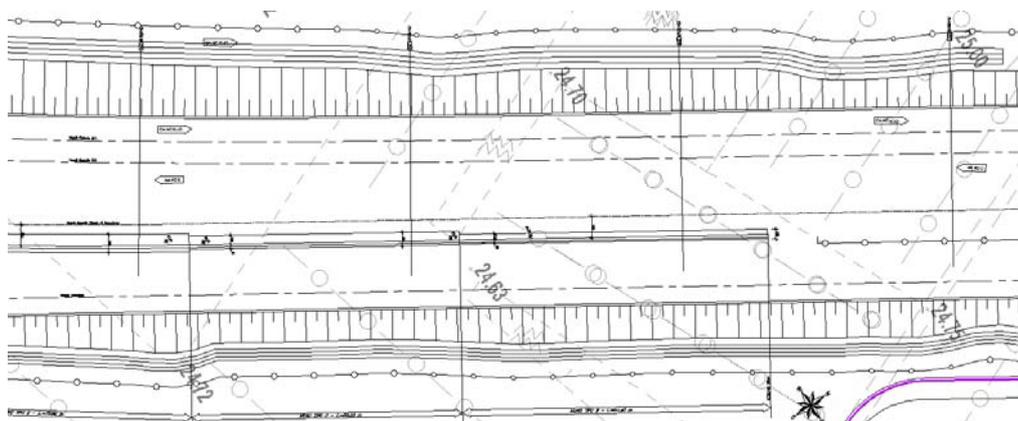


Figura 3 – Pianta 2/2

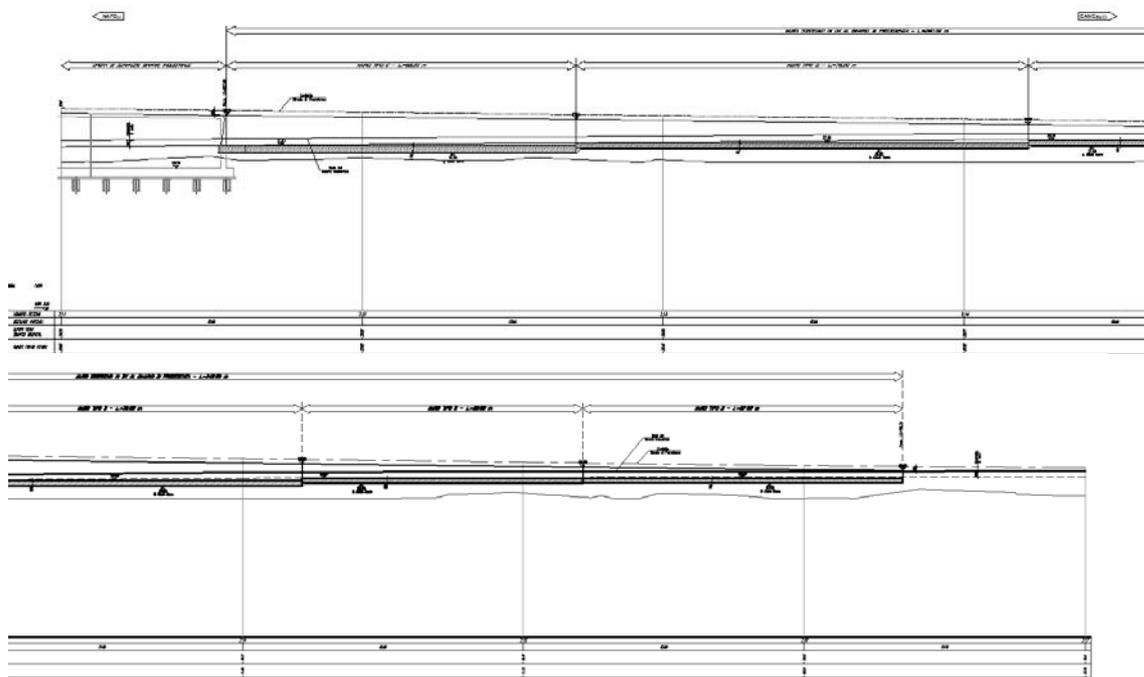


Figura 4 – Profilo longitudinale

L'analisi delle opere viene effettuata con riferimento ad una fascia di larghezza pari a 1.0 m. Il modello di calcolo è realizzato mediante il software commerciale MAX 10.10 distribuito da Aztec Informatica.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p align="center"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE  PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>7 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	7 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	7 di 89								

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>8 di 89</b>

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Le opere strutturali consistono nella realizzazione di un muro lato binario dispari di lunghezza complessiva di 241.98m e di altezza variabile tra 1.77m ed 5.49m di separazione tra la linea principale ed il binario industriale.

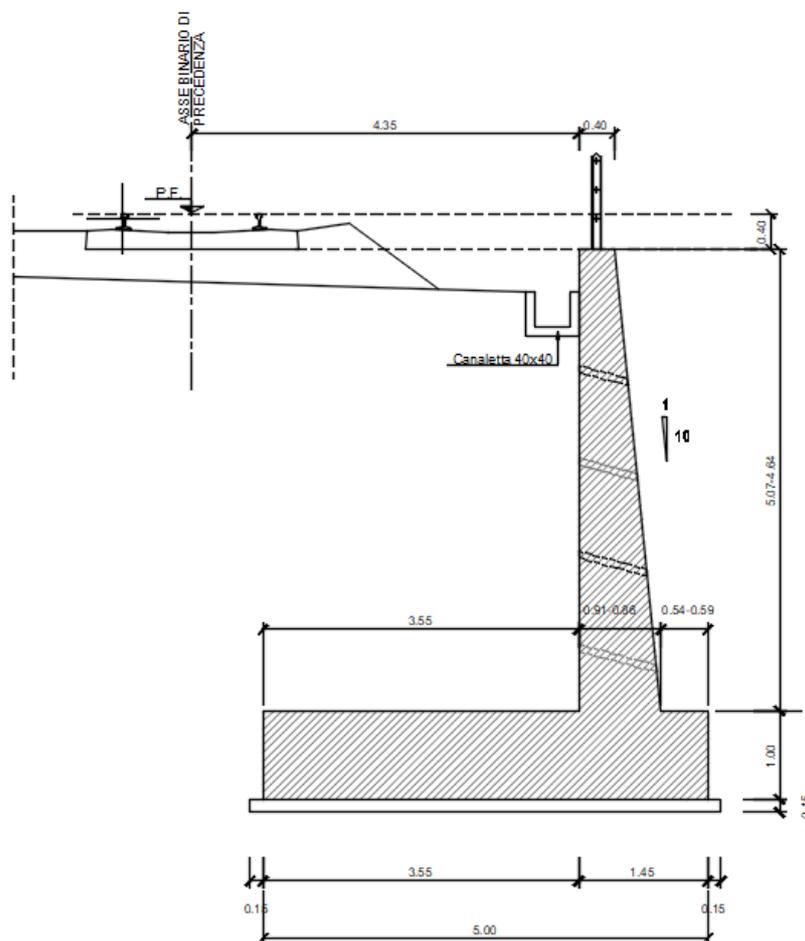


Figura 5: Sezione trasversale tipo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE          PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>9 di 89</b>

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-1-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Dicembre 2016: Manuale di progettazione delle opere civili.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 10 di 89

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2001.

### 4.1 CALCESTRUZZO

#### 4.1.1 Strutture di elevazione e fondazioni

Per il getto in opera del muro di sostegno si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC3

C32/40  $f_{ck} \geq 32$  MPa  $R_{ck} \geq 40$  MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

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

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>40</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.20	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3.10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm <sup>2</sup>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>11 di 89</b>

## 4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Classe acciaio per armature ordinarie	B450C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450$ MPa
Tensione caratteristica di rottura	$f_t \geq 540$ MPa
Modulo di elasticità	$E_a = 210000$ MPa

## 4.3 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

Strutture di elevazione	4.0 cm
Strutture di fondazione	4.0 cm

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>12 di 89</b>

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

L'opera in questione è all'interno del rilevato ferroviario dell'asse principale. Le caratteristiche del terreno a tergo del muro ed in fondazione sono quindi le stesse.

Nel seguito si riportano i parametri ritenuti significativi ai fini delle Analisi

TIPOLOGIA	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	c [MPa]	$\phi$ [°]
Rinfianco: Riporto antropico dei rilevati	20	0	38

Tabella 3 – Caratteristiche meccaniche dei terreni

Il regime delle spinta presenti sull'opera non è influenzato dalla falda.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>13 di 89</b>

## 6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si riportano appresso l'elenco di elaborati grafici di riferimento:

IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.04.0.0.001.A	Pianta e profilo longitudinale TAV. 1 di 2
IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.04.0.0.002.A	Pianta e profilo longitudinale TAV. 2 di 2
IF1M.0.0.E.ZZ.BB.RI.04.0.0.001.A	Carpenteria e dettagli

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	14 di 89

## 7 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - “Norme tecniche per le costruzioni”- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili” - RFI DTC SI MA IFS 001 A .

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei successivi paragrafi.

Si espongono di seguito i criteri di verifica adottati per le verifiche degli elementi strutturali.

### 7.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

#### 7.1.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili”.

Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

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

Tabella 1: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Nella Tabella sopra riportata,  $w_1=0.2\text{mm}$ ,  $w_2=0.3\text{mm}$ ;  $w_3=0.4\text{mm}$ .

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	15 di 89

Più restrittivi risultano i limiti di apertura delle fessure riportati nel “Manuale di progettazione delle opere civili”. L’apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, deve risultare:

- a)  $\delta_f \leq w_1$  per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b)  $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si assume pertanto per tutti gli elementi strutturali analizzati nel presente documento:

- **Stato limite di fessurazione:  $w_d \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  - combinazione di carico rara**

In accordo con la vigente normativa, il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d$  è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\varepsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta_{sm}$ :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di  $\varepsilon_{sm}$  e  $\Delta_{sm}$  vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

### **7.1.2 Verifica delle tensioni in esercizio**

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

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

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

$$\sigma_c < 0,55 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 16 di 89

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima  $\sigma_s$  per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$$

dove  $f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

## 7.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

### 7.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ( $\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$ );
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ( $\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$ )

### 7.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 17 di 89

e dove:

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

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

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

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

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

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

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

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

In cui:

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$b_w$  è la larghezza minima della sezione;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	18 di 89

- $\sigma_{cp}$  è la tensione media di compressione della sezione;
- $A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- $\theta$  è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- $f_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f_{cd}=0.5f_{cd}$ );
- $\alpha$  è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

### 7.3 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

#### 7.3.1 Verifiche allo scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa della Fondazione è condotta rispetto alle combinazioni di SLU del gruppo A2-M2-R2 in condizione statica e 1-M2-R2 in condizione sismica; in particolare è stato verificato il rispetto della seguente condizione:

$$F_s = (c'xB + N_x \tan \mu)/H > 1.0$$

Dove:

N = Risultante delle azioni ortogonali al piano di scorrimento

H = Risultante delle azioni parallele al piano di scorrimento

$c'$  = coesione efficace, posta generalmente pari a zero, salvo particolari condizioni che ne consentano di tenerne conto.

B = Dimensione della Fondazione sul piano di scorrimento.

$\mu$  = Coefficiente di attrito fondazione - terreno , posto pari a  $0.6 \varphi$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 19 di 89

### 7.3.2 Verifiche a Ribaltamento

La verifica al ribaltamento rispetto al vertice esterno della fondazione è viene trattata secondo la normativa come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i relativi coefficienti sulle azioni di cui alla tabella 2.6.I delle NTC, adoperando i coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte, .

Nella fattispecie, per ciascuna delle combinazioni di Verifica allo SLU statico e sismico rispetto alle quali è prescritta la verifica al ribaltamento, è stata verificata il rispetto della seguente condizione:

$$FS = \frac{M_{STA}}{M_{RIB}} \geq F_{s_{\min}}$$

essendo

$M_{RIB}$  = Risultante momenti ribaltanti

$M_{STA}$  = Risultante momenti stabilizzanti

### 7.3.3 Verifica di Capacità Portante (Carico Limite)

Per la valutazione dell 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  $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 20 di 89

- 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:

#### 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 $\varphi = 0$

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

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:

$$N_q = K p e^{\pi \cdot \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 21 di 89

### Fattori di forma

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

### Fattori di profondità

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

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

### Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con  $A_f$  l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B' \times L'$  ( $B'$  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:

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 $\eta = 0$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 22 di 89

### Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2\eta\phi}$ $b_\gamma = e^{-2.7\eta\phi}$

### Fattori di inclinazione del terreno

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

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}(\delta) + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

## 7.4 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Il punto 6.8 delle NTC 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.*

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>23 di 89</b>

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

**Tabella 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	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	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	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**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

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto

$$c'_d = c' / 1.25;$$

$$\phi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \phi').$$

**Il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ).**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>24 di 89</b>

### 7.4.1 VERIFICHE IN FASE SISMICA

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio

e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

risultando:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

con:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, come da indicazioni Tab 7.11.1 ;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>25 di 89</b>

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \text{ (accelerazione massima attesa al sito)}$$

$S_S$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  : coefficiente di amplificazione topografica

Relativamente alla combinazione degli effetti sismici con le altre azioni e relative verifiche di sicurezza. ancora la circolare 617 , per il caso dei **Pendii Naturali**, specificano al punto C 7.11.3.5 “Stabilità dei Pendii” viene specificato che le verifiche di sicurezza devono essere effettuate utilizzando i valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei terreni; nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite ultimo viene riferita al cinematiso di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, FS, definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale)

**In definitiva, per le verifiche sismiche si è ritenuto accettabile un coefficiente di sicurezza unitario**

Per quanto riguarda invece il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, al punto 7.11.4 “Fronti di Scavo e Rilevati”, si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 26 di 89

### 7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

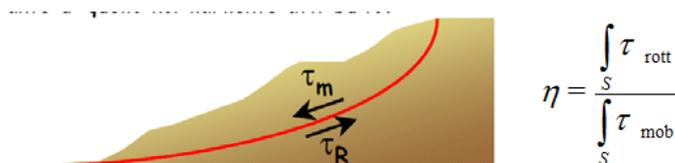
Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

*La circolare applicativa n617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato al § 7.11.1.*

**In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad R2=1.1 ( $\gamma_R$ ).**

Per la analisi di stabilità globale presentate nel seguito del presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern-Price, ecc.

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 disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



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.

Nel caso in esame, è stata utilizzato in particolare il metodo di Bishop, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 27 di 89	

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

$$m = \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

dove n è il numero delle strisce considerate, bi ed ci sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, Wi è il peso della striscia i-esima e ci e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di  $\eta$ .

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

#### **7.4.2 VERIFICHE STRUTTURALI**

Le verifiche strutturali sono state condotte con i criteri già specificati al precedente paragrafo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>28 di 89</b>

## **8 CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI**

La spinta del terrapieno e degli eventuali carichi presenti sul piano limite dello stesso è valutata in condizione di equilibrio limite attivo, distinguendo tra i due casi di fase statica e fase sismica.

Nel seguito si riportano le relative formulazioni.

### **8.1 FASE STATICA**

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;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	29 di 89

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (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. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

## 8.2 FASE SISMICA

Per la valutazione del coefficiente di spinta in fase sismica  $K_{as}$  si utilizza la trattazione di Mononobe-Okabe, secondo cui, la spinta complessiva in fase sismica esercitata da un terrapieno è fornita dalla seguente relazione:

$$S' = 1/2 * \gamma_t (1 \pm K_v) * K_{as} H^2$$

con punto di applicazione ad H/3 dal piano di posa della fondazione dell'opera.

In fase sismica agirà pertanto una sovrappinta sismica sull'opera pari a  $S' - S$

Per la valutazione del coefficiente di spinta  $K_{as}$ , avviene con la medesima formulazione valide per la fase statica, prevedendo però, come suggerito in letteratura, i seguenti valori corretti di  $\theta$  ed  $\varepsilon$  :

$\theta = \theta_{stat} + \theta^*$  inclinazione fittizia del paramento interno rispetto alla verticale

$\varepsilon = \varepsilon_{stat} + \theta^*$  angolo di inclinazione fittizio del piano limite del terrapieno

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	30 di 89

essendo  $\theta^*$  l'angolo di rotazione addizionale definito al precedente paragrafo valutato come di seguito indicato::

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Per il caso in specie risulta in particolare:

Sisma V+ (Incremento dei Pesi)

$$\theta 1^* = \arctg Kh/(1+Kv) = 0,057 \text{ rad} = 3.274^\circ$$

Sisma V- (Decremento dei Pesi)

$$\theta 2^* = \arctg Kh/(1- Kv) = 0,061 \text{ rad} = 3.472^\circ$$

Analogamente , per la valutazione della spinta totale in fase sismica degli eventuali carichi Q presenti sul piano limite, si utilizza la seguente formulazione:

**S'Q = Q\*(1±Kv) \*Kas\*H** applicata a quota H/2 dal piano di posa della fondazione dell'opera.

In fase sismica agirà pertanto una sovraspinta sismica sull'opera pari a S'Q - SQ

Per tener conto infine effetti idrodinamici (spinta della falda in fase sismica) si fa ricorso al Metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) secondo cui la pressione idrodinamica su una parete viene calcolata come in particoalre come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

essendo :

H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p style="text-align: center;"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE  PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>31 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	31 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	31 di 89								

$z_w$  è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

$a_x$  accelerazione relativa di progetto

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>32 di 89</b>

## 9 ANALISI DEI CARICHI

Si considerano sulla struttura le azioni elementari elencate di seguito:

Per il calcolo dell'azione eccezionale del sisma si rimanda alla successiva analisi sismica della struttura.

### 9.1 PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1

I pesi propri strutturali sono calcolati in automatico dal programma di calcolo strutturale sulla base delle caratteristiche dei materiali utilizzati. Il peso specifico del calcestruzzo è assunto pari a  $25\text{kN/m}^3$ .

Inoltre si è tenuto in conto implicitamente del peso del ballast andando a disporre il terreno a monte del muro alla stessa quota della testa del muro stesso, considerando quindi una configurazione di carico più gravosa di quella effettiva.

Le azioni risultanti sono valutati in automatico dal software di calcolo utilizzato, in funzione delle geometrie di progetto.

### 9.2 SOVRACCARICHI TRAFFICO FERROVIARIO

Trattandosi di opere di sostegno poste a margine della sede Ferroviaria, per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente:.

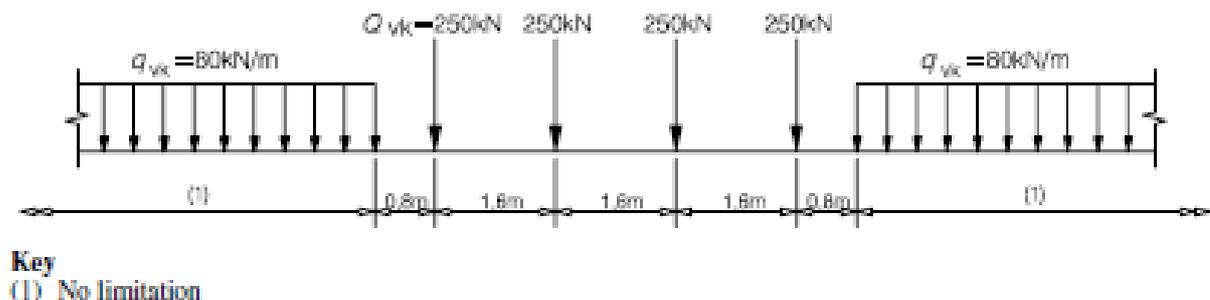


Figura 3 – LM71

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE          PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>33 di 89</b>

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando pertanto i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60}$$

ovvero:

$$p = 156 \text{ KN/m}$$

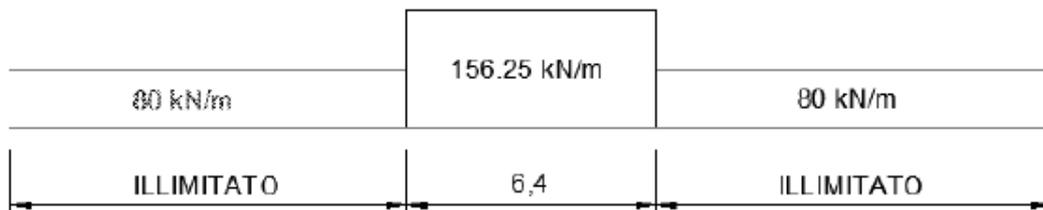


Figura 3 – Schema di carico quota pf

Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m (a 0.70 m dal piano del ferro) secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente di superficie agente alla quota della piattaforma ferroviaria su un'area complessiva di dimensioni 3,0mx6.40m :

$$p' = 156.25/3 = 52.08 \text{ KN /mq}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>34 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>								

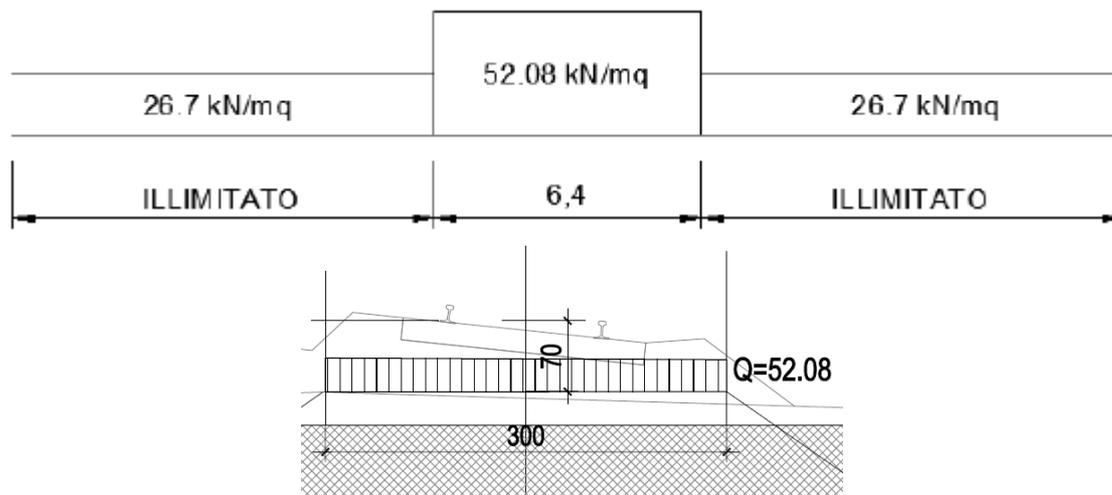


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione

A tali carichi si deve applicare il coefficiente  $\alpha$  relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa ( $\alpha$ ) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospenso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospenso
F1600	1,1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A 35 di 89

L'intervento sulla tratta in esame si inquadra come "ristrutturazione di una linea convenzionale a traffico misto" i cui parametri di prestazione, secondo la STI Infrastruttura, sono:

Parametri di prestazioni per il traffico passeggeri					
Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza utile del marciapiede [m]
P4		GB	22,5	120-200	200-400
Parametri di prestazioni per il traffico merci					
Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza del treno [m]
F2		GB	22,5	100-120	600-1050

Il corrispondente valore del coefficiente  $\alpha$  è pari ad 1.0 per cui, alle opere in esame, si applicano i seguenti carichi equivalenti a quota piattaforma (-0.70m da p.f.) e su una larghezza trasversale di 3.00m.

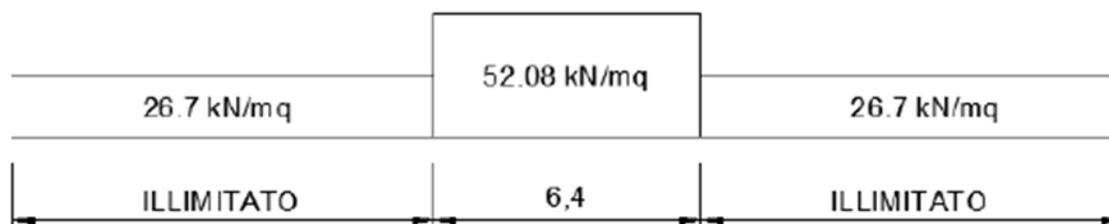


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione considerando  $\alpha$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p style="text-align: center;"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE  PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>36 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	36 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	36 di 89								

Sulla scorta dell'entità e della distribuzione del sovraccarico accidentale agente a quota piattaforma ferroviaria, sono stati quindi valutati i corrispondenti valori delle azioni accidentali da considerare nei riguardi della verifica dei muro di sostegno adottati per il tratto di muro in oggetto.

$$p' = 52.08 \text{ KN /mq}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	37 di 89

## 10 AZIONE SISMICA DI VERIFICA

L'analisi in condizione sismica è eseguita con il metodo pseudo-statico, definendo l'azione sismica mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per il coefficiente sismico. Ammettendo che il terreno di riporto sia ben costipato, si ipotizza che l'opera si muova insieme al terreno (§ 7.9.5.6.2 NTC). Di conseguenza il fattore di struttura  $q$  è posto pari ad 1 e per l'opera in esame, considerata non dissipativa, non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità degli elementi.

Il coefficiente sismico orizzontale risulterebbe, in accordo con il DM 14.1.2008, pari a:

$$k_h = \beta_m a_g \cdot S$$

tuttavia, conformemente con quanto prescritto nel "Manuale di progettazione delle opere civili" - RFI DTC SI MA IFS 001 A, è necessario sostituire la precedente espressione con quella più restrittiva riportata di seguito:

$$k_h = \beta_m a_g \cdot S$$

in cui:

$a_g$  è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito, calcolata per il 10% di probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  assegnato;

$S$  è il coefficiente di sottosuolo pari al prodotto del coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e del coefficiente di amplificazione topografica  $ST$  (§ 3.2.3 delle NTC).

$\beta_m$  assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II del DM 14.1.2008, riportata di seguito.

	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

Tabella 2: Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	38 di 89

### Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_{s30}$ , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$  (per terreni prevalentemente coesivi).

Categoria di suolo di fondazione	Descrizione
Cat. A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
Cat. B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
Cat. S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
Cat. S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>39 di 89</b>

### Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale ( $V_N$ ), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale (VN)
Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h	50
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h	75
Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h	100
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	$\geq 100$

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale  $V_N = 75$  anni.

### Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

<b>Classe I:</b> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<b>Classe II:</b> 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 III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<b>Classe III:</b> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<b>Classe IV:</b> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie 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 di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	40 di 89

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 l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**

### Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame  $S_T = 1$

### Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti,  $S_s$  e  $C_c$ , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A 41 di 89

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	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

### Parametri sismici

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0.072	2.345	0.324
SLD	113	0.092	2.351	0.335
SLV	1068	0.218	2.470	0.357
SLC	2193	0.269	2.560	0.359

Tabella 3: Valutazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

Nel caso in specie si ha:

$$a_g/g=0,218$$

$$\beta_m=0.31$$

$$K_h=0,093$$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<p align="center"><b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b></p> <p align="center"><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b></p>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE  PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>42 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	42 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	42 di 89								

e quindi:

In fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$$F_h = K_h * W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma})$$

$$F_v = \pm 0.5 K_h * W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma})$$

essendo  $W_i$  il peso dell'elemento in esame.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>43 di 89</b>

## 11 COMBINAZIONI DI CARICO

Nel seguito del presente paragrafo si riporta una disamina riguardante i casi di calcolo e corrispondenti combinazioni di Verifica prescritti dalla DM 14.01.08 in merito alle diverse verifiche da effettuare nei riguardi della stabilità e resistenza di un muro di sostegno:

Nel caso in esame, le azioni elementari previste sull'opera, sono le seguenti:

- Pesi Propri
- Spinte del terrapieno
- Sovraccarichi accidentali
- Azione sismica

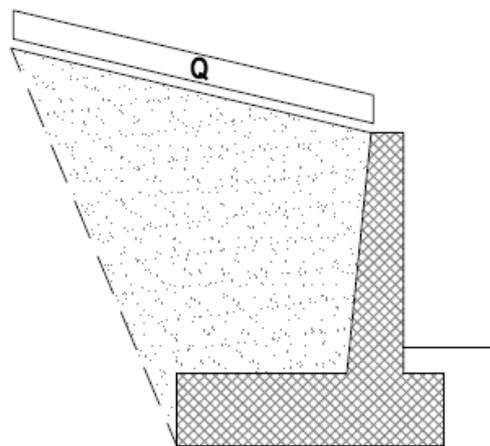


Figura 3 – Schema tipo muri di sostegno oggetto di dimensionamento.

Nei riguardi del dimensionamento, si ritiene pertanto significativo analizzare i seguenti casi di calcolo:

**Caso 1** (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno

**Caso 2** (Statica) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sovraccarichi acc.

**Caso 3** (Sisma H V+) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sisma H + Sisma V+

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>44 di 89</b>

**Caso 4** (Sisma H V+) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sovraccarichi acc. + Sisma H + Sisma V+

Essendo :

- Sisma H + : azione sismica orizzontale verso valle

Sisma V+/V- : componente sismica verticale positiva (incremento dei pesi) / negativa (incremento dei pesi)

Ai **4** Casi di Calcolo citati, corrispondono secondo quanto prescritto al punto 6.5.3.1.1 delle NTC 08 con riferimento ai coefficienti parziali da applicare alle Azioni ed ai parametri caratteristici dei terreni in funzione dello Stato limite di verifica (di cui alle Tabelle 6.2.I e 6.2.II della già citata norma, di seguito riportate per chiarezza espositiva) un totale di 20 Combinazioni di Calcolo, avendo previsto di utilizzare per il caso in esame, l'Approccio di verifica 1, che in relazione ad esigenze prettamente di calcolo legate al tipo di Software utilizzato, si traducono in un totale di **33 Combinazioni di Calcolo**, per la necessità di duplicare il casi di verifica A2-M2 al fine di effettuare in apposito modulo dedicato le Verifiche di Stabilità Globale:

## Normativa

N.T.C. 2008

### *Simbologia adottata*

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

## Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 45 di 89

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0,90	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,10	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>46 di 89</b>

Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

#### **Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 47 di 89

Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Peso muro / terrapieno
1	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
2	A1-M1	Assente	--	SFAV - SFAV
3	A1-M1	Assente	--	FAV - SFAV
4	A1-M1	Assente	--	SFAV - FAV
5	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
6	EQU	Assente	--	FAV - FAV
7	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
8	A1-M1	Assente	--	SFAV - FAV
9	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
10	A1-M1	Assente	--	SFAV - SFAV
11	A1-M1	Assente	--	FAV - SFAV
12	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
13	EQU	Assente	--	FAV - FAV
14	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
15	A1-M1	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
16	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
17	A2-M2	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
18	A2-M2	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
19	EQU	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
20	EQU	Presente	Verticale negativo	FAV - FAV
21	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
22	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
23	A1-M1	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
24	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
25	A2-M2	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
26	A2-M2	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
27	EQU	Presente	Verticale negativo	FAV - FAV
28	EQU	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
29	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
30	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
31	SLEQ	Assente	--	SFAV - SFAV
32	SLEF	Assente	--	SFAV - SFAV
33	SLER	Assente	--	SFAV - SFAV

Tabella riepilogativa delle combinazioni di carico.

Fermo restando le espressioni generali delle combinazioni di Verifica prescritte alla prg 2.5.3 del DM 14.01.08, a cui si rimanda per maggiori dettagli, per tutte le combinazioni “SISMICHE”, i valori dei coefficienti parziali sulle azioni (A1-A2) sono **posti unitari**, mentre riguardo i coefficienti di

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>48 di 89</b>

combinazione  $\Psi$  delle azioni accidentali, nel caso in esame quelli legati al sovraccarico ferroviario, è stato posto :

$\Psi_0 = 1$  (Combinazioni di SLU e SLE )

$\Psi_2 = 0.2$  (Combinazioni SIMICHE )

Riguardo il valore di  $\Psi_2$  , si è fatto riferimento in particolare a quanto specificato al prg 1.8.3 nel documento “*Specifica per la progettazione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21-12-11* “

In definitiva, si riporta un dettaglio dei coefficiente parziale e di combinazione considerate per le diverse azioni presenti in ciascuna delle combinazioni di Calcolo esaminate.

F/S            Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$             Coefficiente parziale dell'azione

$\Psi$             Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
--	------------	----------------------------	--------------------------	-----------------------------------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	49 di 89

Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
--	------------	----------	--------	-----------------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.02.00.001	REV. A	PAGINA 50 di 89

Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A 51 di 89

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
LM71	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>52 di 89</b>

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A 53 di 89

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	54 di 89

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>55 di 89</b>

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	0.70	0.70

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
LM71	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	56 di 89

## 12 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le 4 tipologie definite al paragrafo 1. **Tutte le opere sono state verificate andando a considerare una altezza di calcolo pari al 95% di quella massima.**

### 12.1 VERIFICHE MURO TIPO B (HMAX=2.40 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

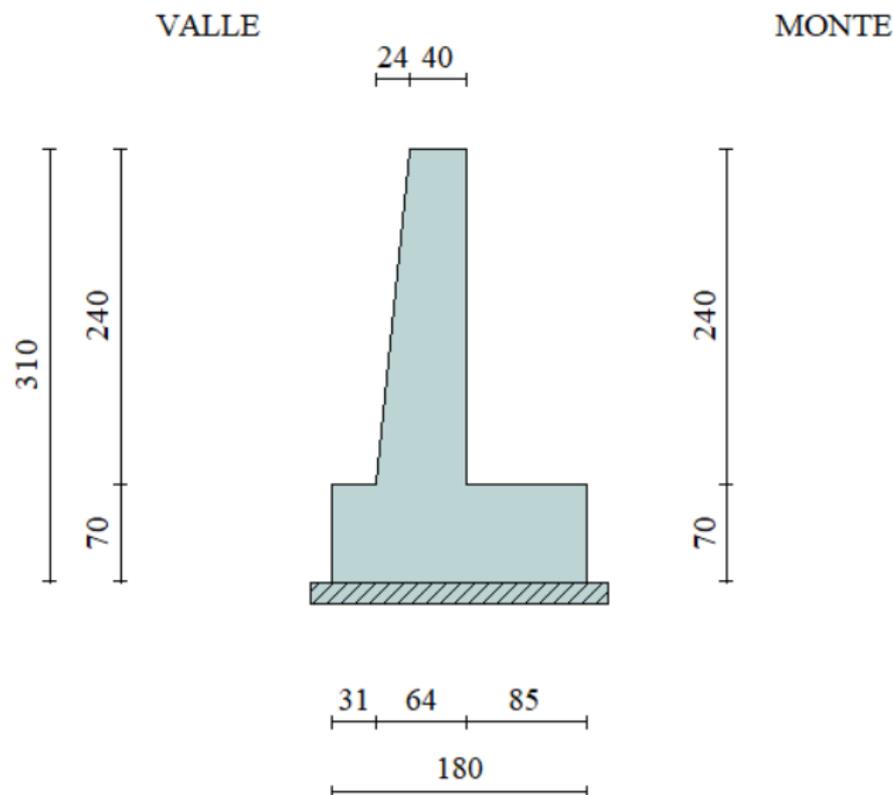


Figura 6: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>57 di 89</b>

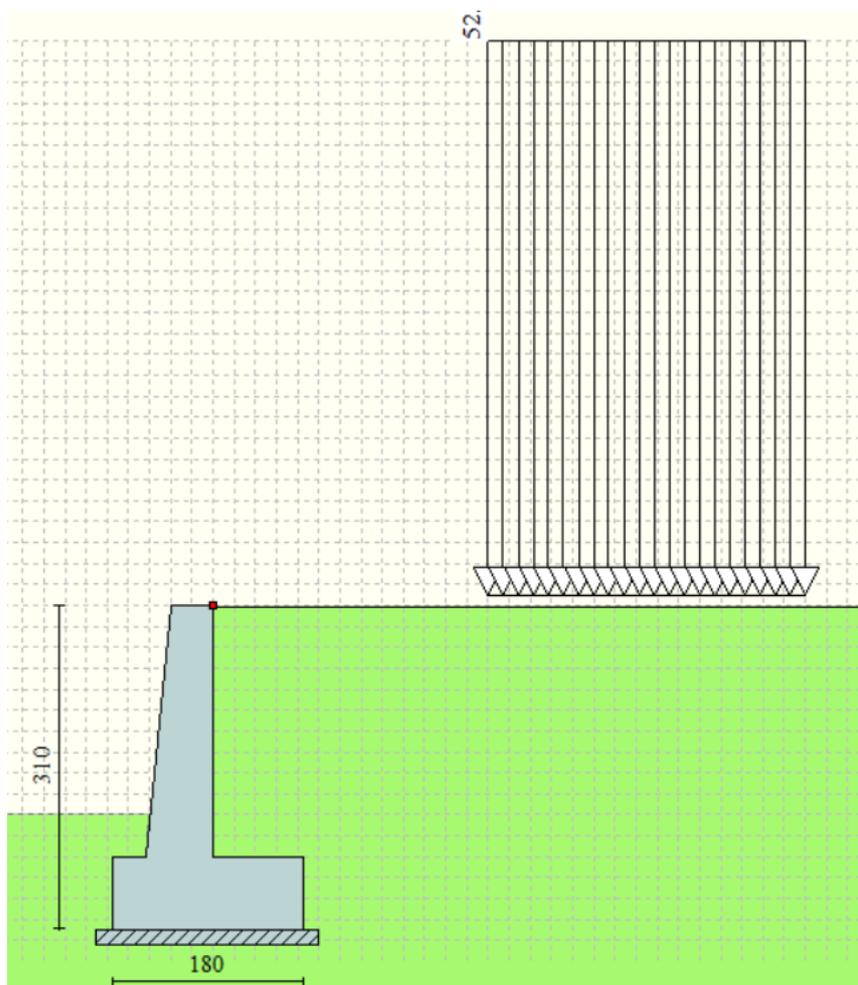


Figura 7: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA IF1M    0.0.E.ZZ    CL    RI.02.00.001    A    58 di 89	

### Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3.34	25.29	--	26.8875	0.0000
2	A1-M1 - [1]	--	--	3.96	22.70	--	26.8875	0.0000
3	A1-M1 - [1]	--	--	3.59	24.52	--	26.8875	0.0000
4	A1-M1 - [1]	--	--	3.71	22.99	--	26.8875	0.0000
5	A2-M2 - [1]	--	--	2.58	10.90	--	26.2515	0.0000
6	EQU - [1]	--	4.11	--	--	--	28.8767	0.0000
7	STAB - [1]	--	--	--	--	2.73	26.2515	0.0000
8	A1-M1 - [2]	--	--	2.77	19.55	--	36.7225	0.0000
9	A1-M1 - [2]	--	--	2.50	20.90	--	36.7225	0.0000
10	A1-M1 - [2]	--	--	2.96	19.58	--	36.7225	0.0000
11	A1-M1 - [2]	--	--	2.69	20.63	--	36.7225	0.0000
12	A2-M2 - [2]	--	--	1.63	7.46	--	43.0913	0.0000
13	EQU - [2]	--	3.22	--	--	--	48.4572	0.0000
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.69	43.0913	0.0000
15	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	2.46	18.08	--	20.6827	5.9837
16	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	2.44	18.88	--	20.6827	4.1287
17	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1.62	6.42	--	26.2515	6.8779
18	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1.61	6.68	--	26.2515	4.5174
19	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	2.91	--	--	--	26.2515	6.8779
20	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	2.62	--	--	--	26.2515	4.5174
21	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.18	26.2515	6.8779
22	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2.14	26.2515	4.5174
23	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.89	13.94	--	26.9242	12.5360
24	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.87	14.32	--	26.9242	10.2026
25	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.14	3.92	--	38.6191	15.6140
26	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.13	3.98	--	38.6191	12.2317
27	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	2.29	--	--	--	38.6191	12.2317
28	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	2.49	--	--	--	38.6191	15.6140
29	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.54	38.6191	15.6140
30	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.52	38.6191	12.2317
31	SLEQ - [1]	--	--	3.76	27.91	--	23.6934	0.0000
32	SLEF - [1]	--	--	3.65	27.49	--	24.4618	0.0000
33	SLER - [1]	--	--	3.33	26.15	--	26.9242	0.0000

Figura 8: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>59 di 89</b>

### Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

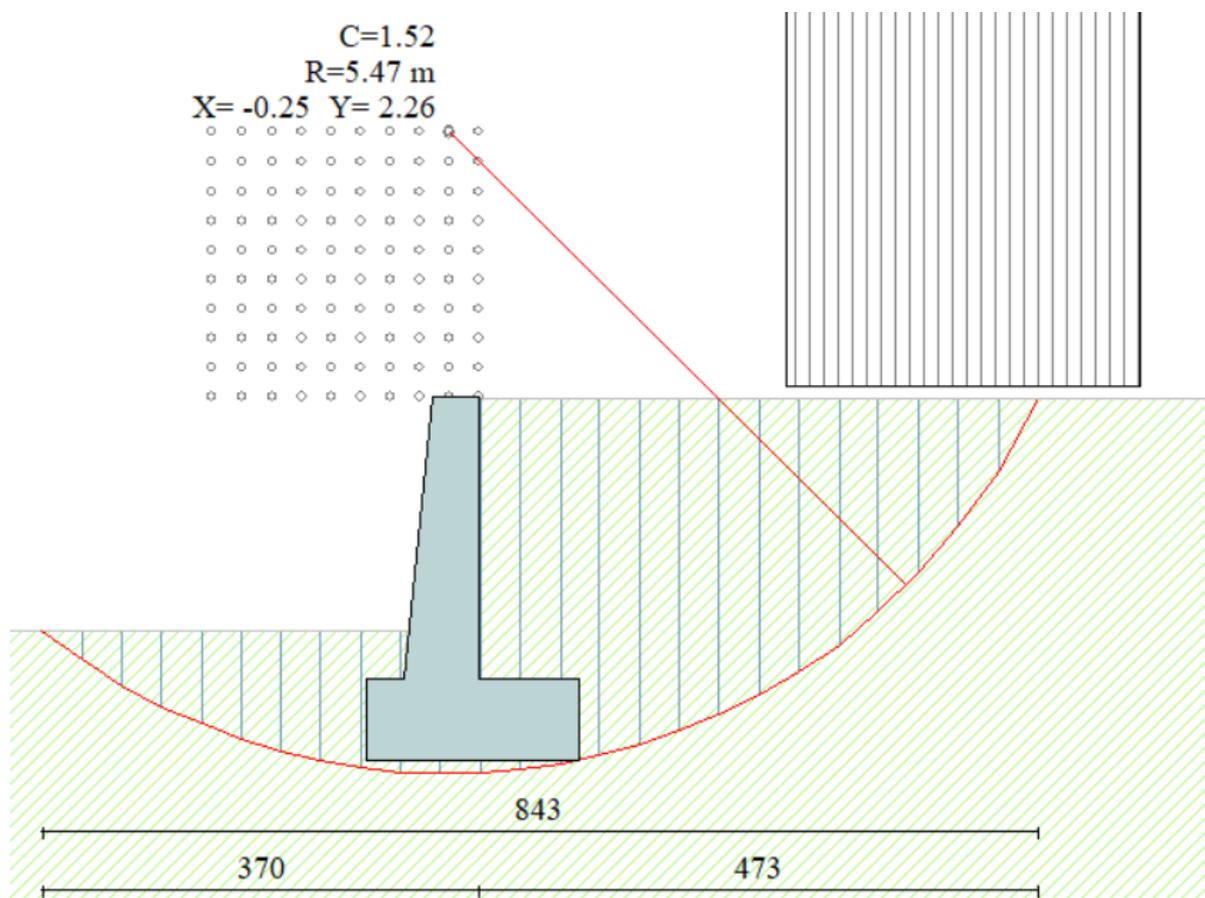


Figura 9: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>60 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>								

### Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 $\phi$ 16/20
	lato scavo	1 $\phi$ 16/20
Fondazione	superiore	1 $\phi$ 16/20
	inferiore	1 $\phi$ 16/20

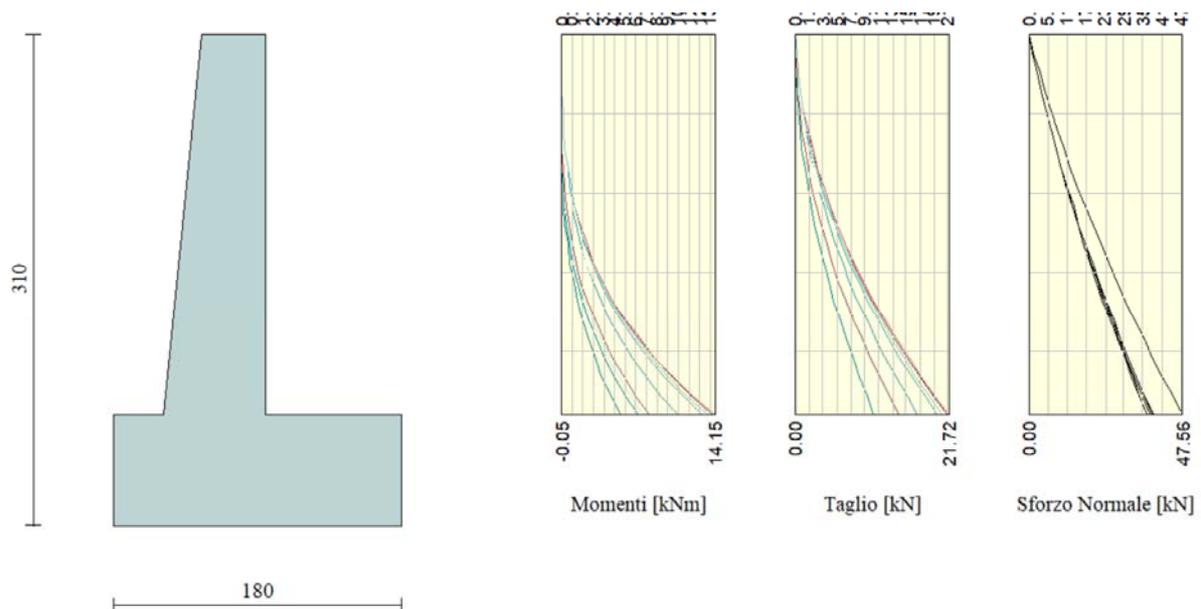


Figura 10: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>61 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	61 di 89	
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	61 di 89									

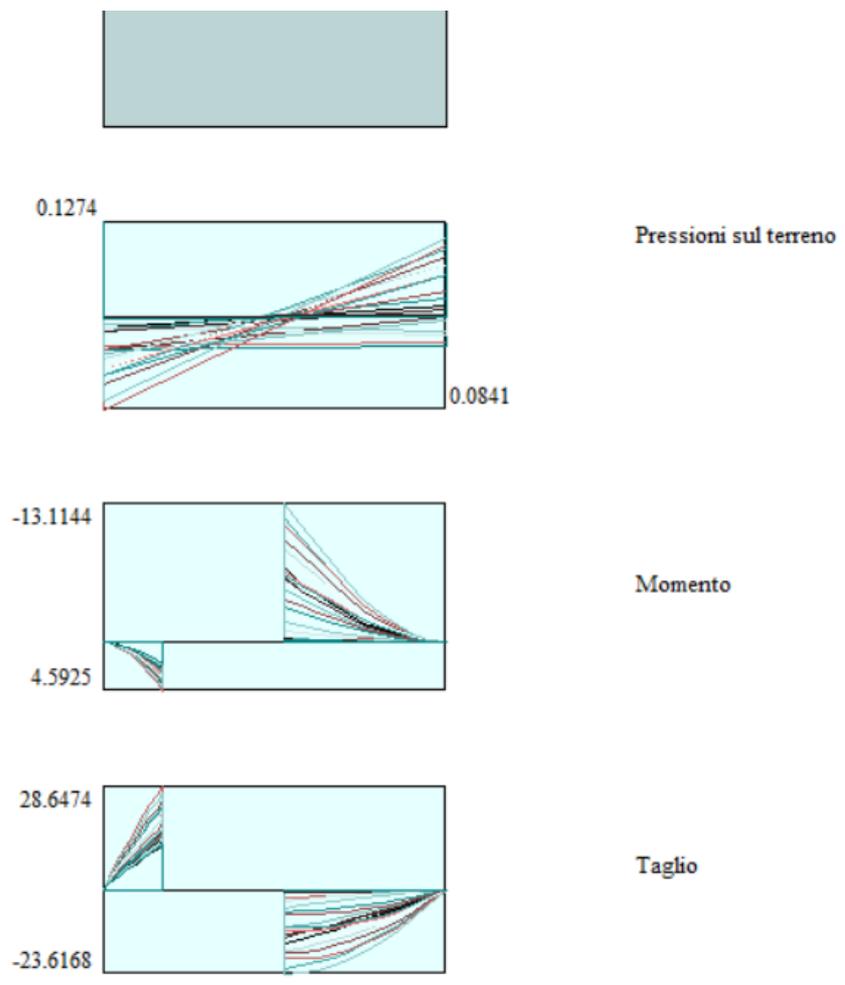


Figura 11: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>62 di 89</b>

## 12.2 VERIFICHE MURO TIPO C (HMAX=3.00 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

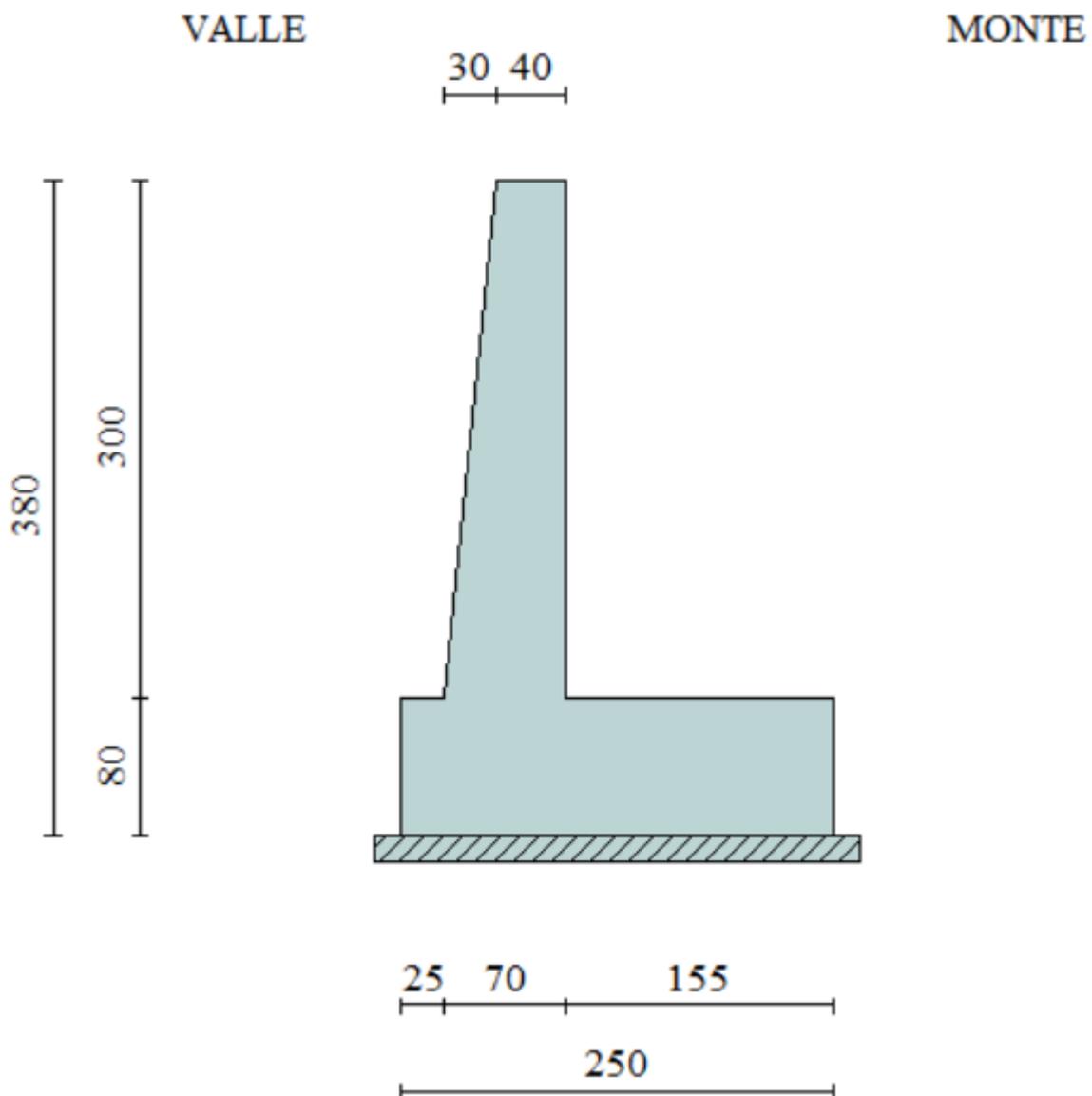


Figura 12: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>63 di 89</b>

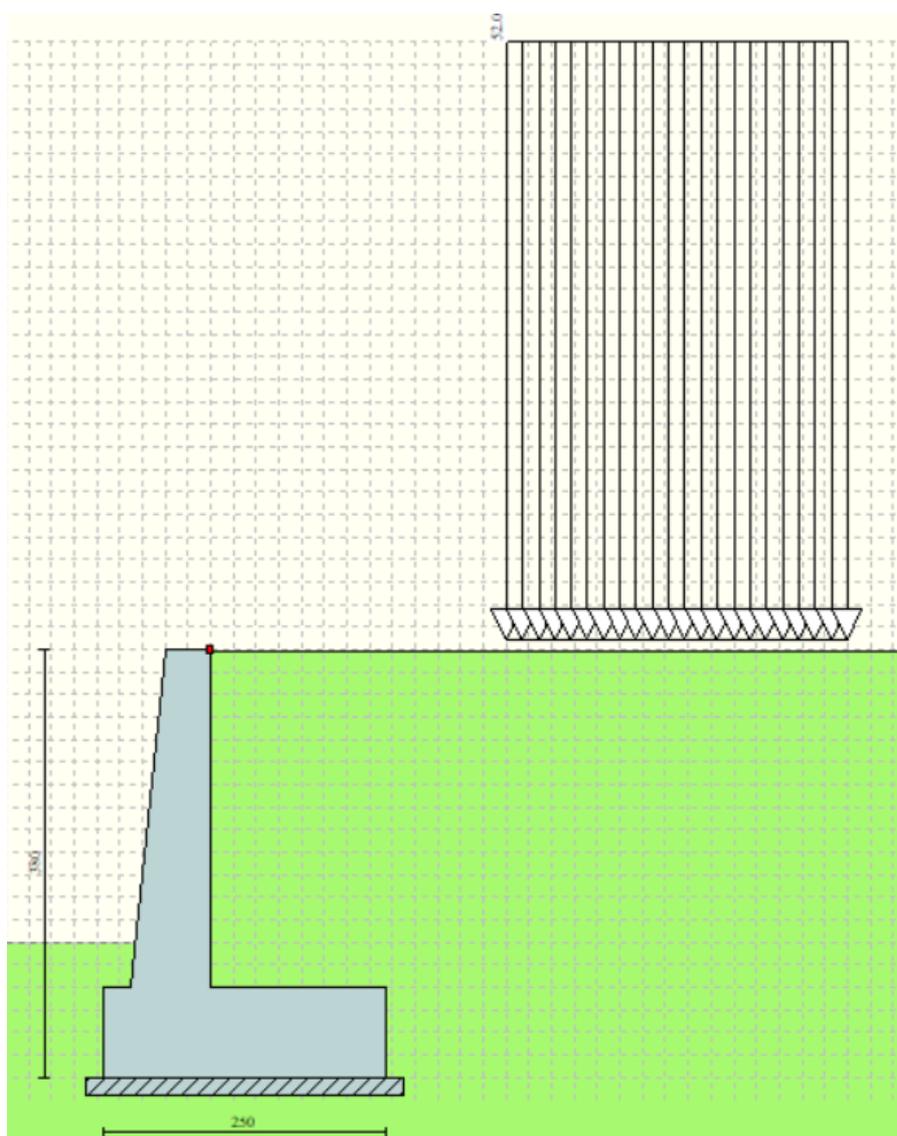


Figura 13: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	64 di 89

### Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3.47	26.99	--	40.4494	0.0000
2	A1-M1 - [1]	--	--	4.19	23.58	--	40.4494	0.0000
3	A1-M1 - [1]	--	--	3.83	25.04	--	40.4494	0.0000
4	A1-M1 - [1]	--	--	3.82	24.38	--	40.4494	0.0000
5	A2-M2 - [1]	--	--	2.69	11.46	--	39.4926	0.0000
6	EQU - [1]	--	5.15	--	--	--	43.4419	0.0000
7	STAB - [1]	--	--	--	--	2.65	39.4926	0.0000
8	A1-M1 - [2]	--	--	2.14	16.20	--	75.8868	0.0000
9	A1-M1 - [2]	--	--	1.95	16.92	--	75.8868	0.0000
10	A1-M1 - [2]	--	--	2.34	16.42	--	75.8868	0.0000
11	A1-M1 - [2]	--	--	2.15	17.35	--	75.8868	0.0000
12	A2-M2 - [2]	--	--	1.36	6.12	--	82.6037	0.0000
13	EQU - [2]	--	2.76	--	--	--	93.2394	0.0000
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.70	82.6037	0.0000
15	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	2.45	19.49	--	31.1149	9.0019
16	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	2.40	20.45	--	31.1149	6.2111
17	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1.63	7.09	--	39.4926	10.3471
18	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1.60	7.41	--	39.4926	6.7959
19	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	3.46	--	--	--	39.4926	10.3471
20	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	3.04	--	--	--	39.4926	6.7959
21	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.12	39.4926	10.3471
22	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2.07	39.4926	6.7959
23	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.64	12.53	--	54.6335	19.3308
24	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.61	12.96	--	54.6335	14.4849
25	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.03	<b>3.61</b>	--	72.4478	22.9608
26	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.02</b>	3.69	--	72.4478	16.5058
27	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	<b>2.24</b>	--	--	--	72.4478	16.5058
28	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	2.42	--	--	--	72.4478	22.9608
29	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.53	72.4478	22.9608
30	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.51</b>	72.4478	16.5058
31	SLEQ - [1]	--	--	3.14	25.54	--	44.9886	0.0000
32	SLEF - [1]	--	--	2.99	24.74	--	47.3851	0.0000
33	SLER - [1]	--	--	2.62	22.45	--	54.6335	0.0000

Figura 14: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>65 di 89</b>

### Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

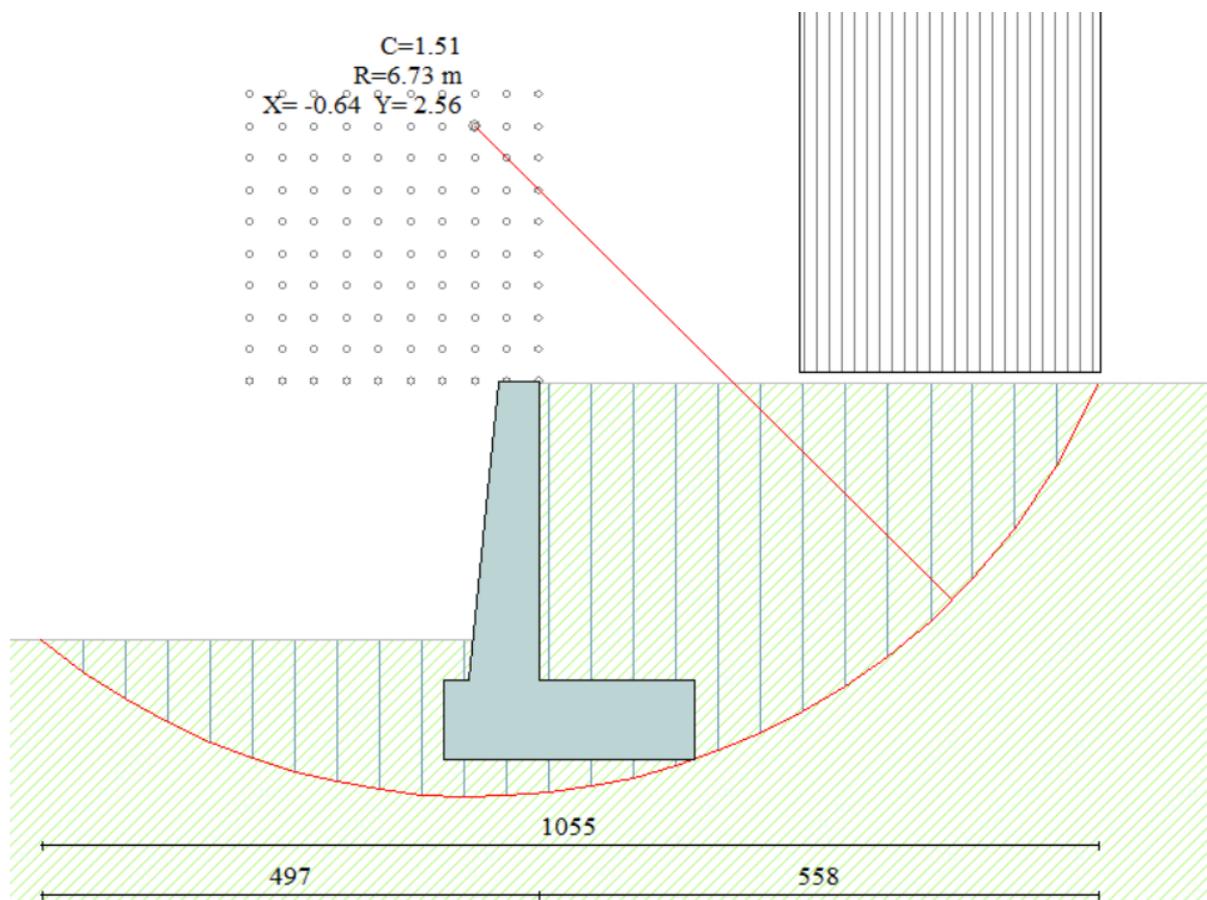


Figura 15: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>66 di 89</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>								

### Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 $\phi$ 16/20
	lato scavo	1 $\phi$ 16/20
Fondazione	superiore	1 $\phi$ 16/20
	inferiore	1 $\phi$ 16/20

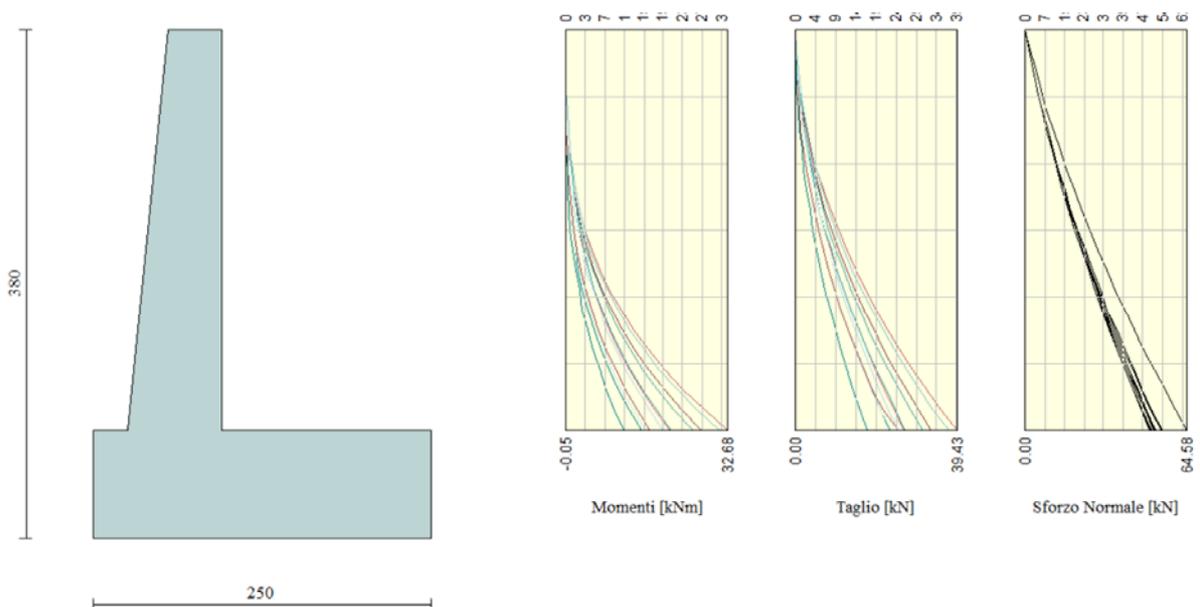


Figura 16: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>67 di 89</b>

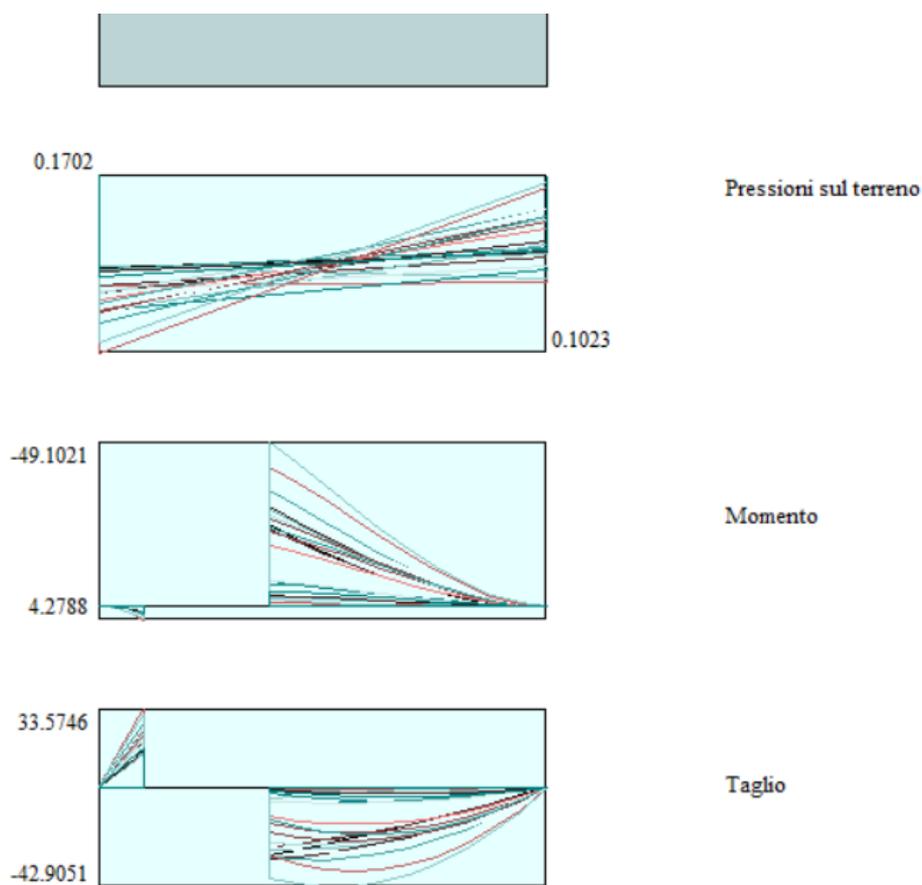


Figura 17: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A 68 di 89

### 12.3 VERIFICHE MURO TIPO D (HMAX=4.15 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

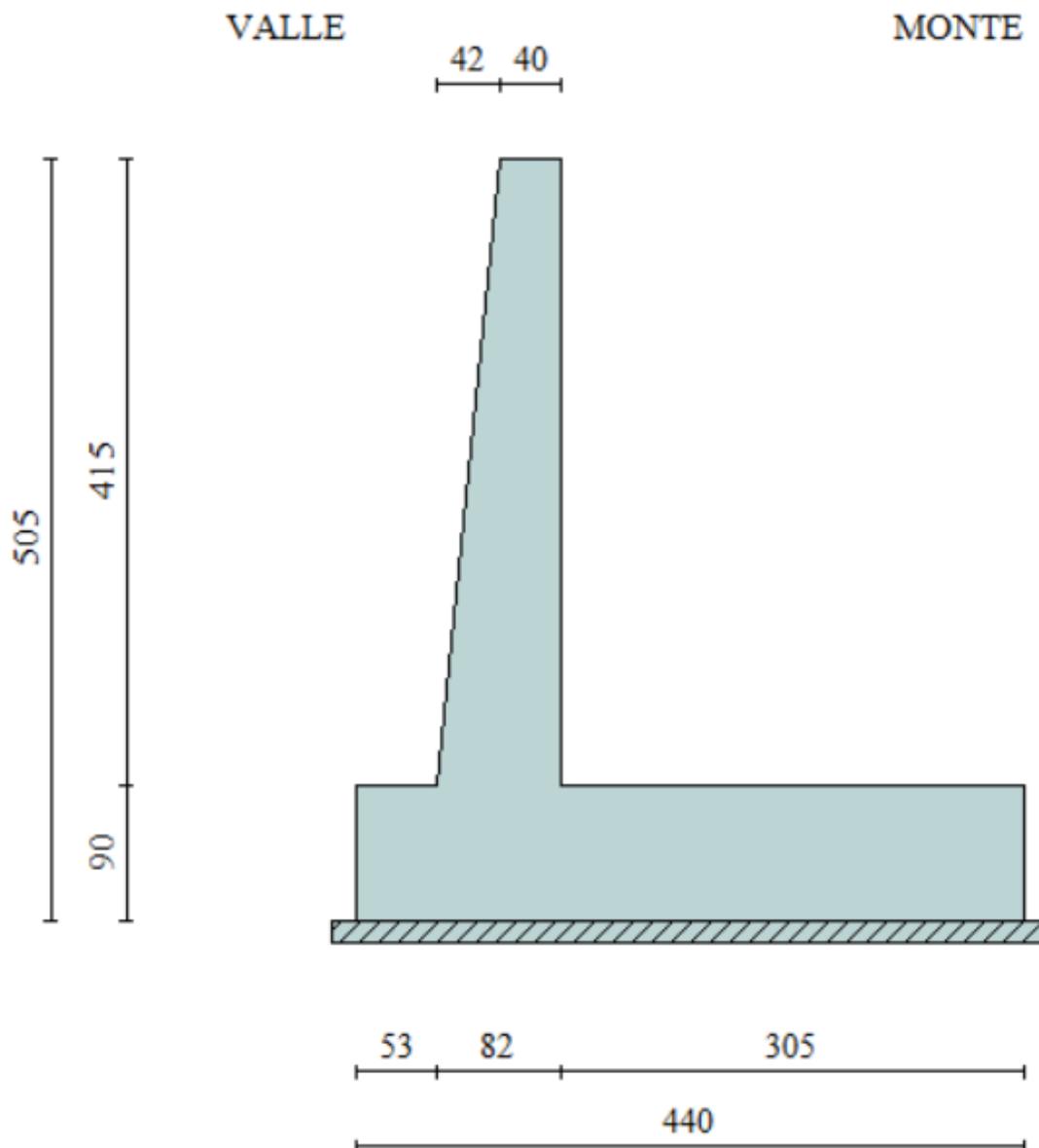


Figura 18: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>69 di 89</b>

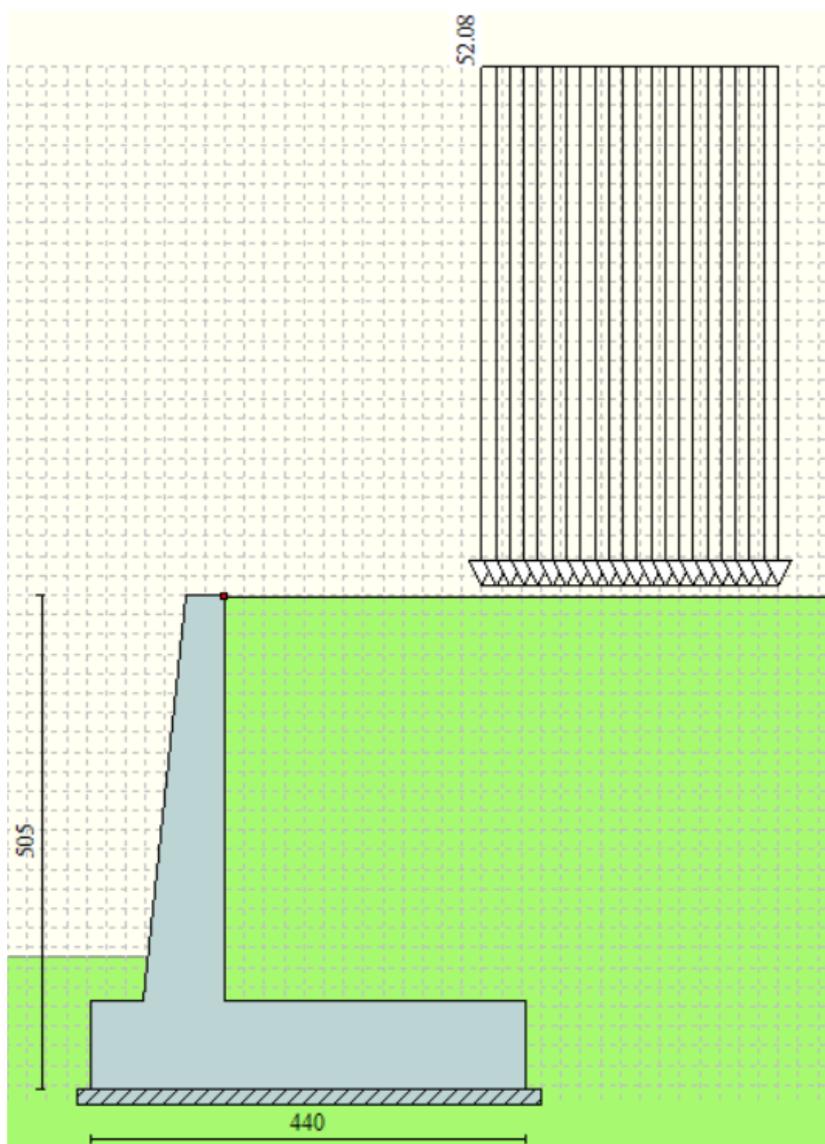


Figura 19: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>70 di 89</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	70 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	70 di 89								

### Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3.89	33.78	--	71.5311	0.0000
2	A1-M1 - [1]	--	--	4.81	27.92	--	71.5311	0.0000
3	A1-M1 - [1]	--	--	4.46	29.07	--	71.5311	0.0000
4	A1-M1 - [1]	--	--	4.25	32.24	--	71.5311	0.0000
5	A2-M2 - [1]	--	--	3.03	14.40	--	69.8391	0.0000
6	EQU - [1]	--	8.53	--	--	--	76.8231	0.0000
7	STAB - [1]	--	--	--	--	2.62	69.8391	0.0000
8	A1-M1 - [2]	--	--	2.19	20.89	--	155.6239	0.0000
9	A1-M1 - [2]	--	--	2.03	21.91	--	155.6239	0.0000
10	A1-M1 - [2]	--	--	2.45	20.58	--	155.6239	0.0000
11	A1-M1 - [2]	--	--	2.29	21.58	--	155.6239	0.0000
12	A2-M2 - [2]	--	--	1.50	8.53	--	158.3013	0.0000
13	EQU - [2]	--	3.45	--	--	--	179.0171	0.0000
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.96	158.3013	0.0000
15	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	2.53	27.58	--	55.0239	15.9190
16	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	2.45	29.14	--	55.0239	10.9838
17	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1.72	10.25	--	69.8391	18.2979
18	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1.67	10.81	--	69.8391	12.0179
19	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	5.24	--	--	--	69.8391	18.2979
20	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	4.30	--	--	--	69.8391	12.0179
21	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	2.08	69.8391	18.2979
22	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2.04	69.8391	12.0179
23	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.73	18.02	--	111.0302	26.9028
24	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.69	18.95	--	111.0302	16.6733
25	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.17	<b>6.10</b>	--	137.3627	27.2743
26	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.15</b>	6.41	--	137.3627	14.6188
27	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	<b>2.90</b>	--	--	--	137.3627	14.6188
28	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	3.22	--	--	--	137.3627	27.2743
29	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.78	137.3627	27.2743
30	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.76</b>	137.3627	14.6188
31	SLEQ - [1]	--	--	3.27	31.37	--	88.4610	0.0000
32	SLEF - [1]	--	--	3.10	30.62	--	94.1033	0.0000
33	SLEF - [1]	--	--	2.70	28.21	--	111.0302	0.0000

Figura 20: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>71 di 89</b>

### Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

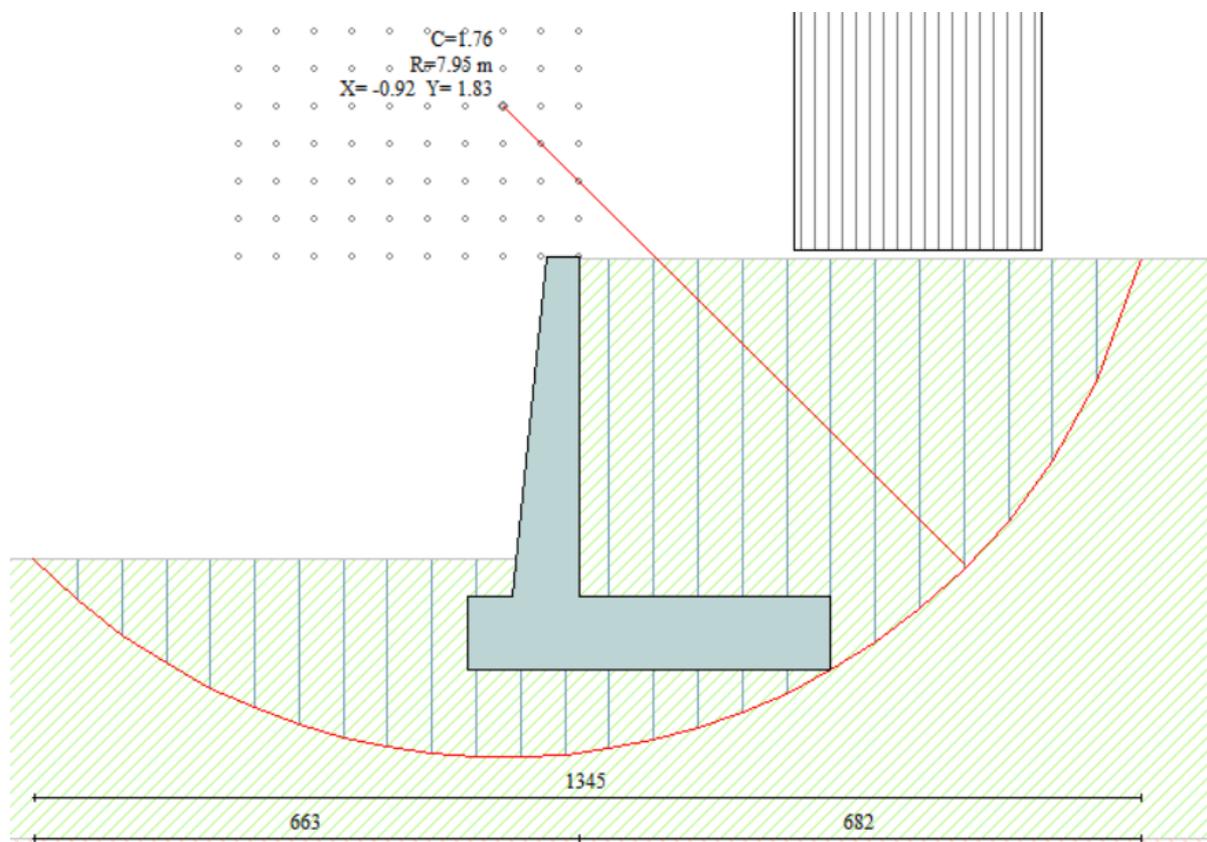


Figura 21: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE          PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>72 di 89</b>

### Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 $\phi$ 20/20
	lato scavo	1 $\phi$ 20/20
Fondazione	superiore	1 $\phi$ 20/20
	inferiore	1 $\phi$ 20/20

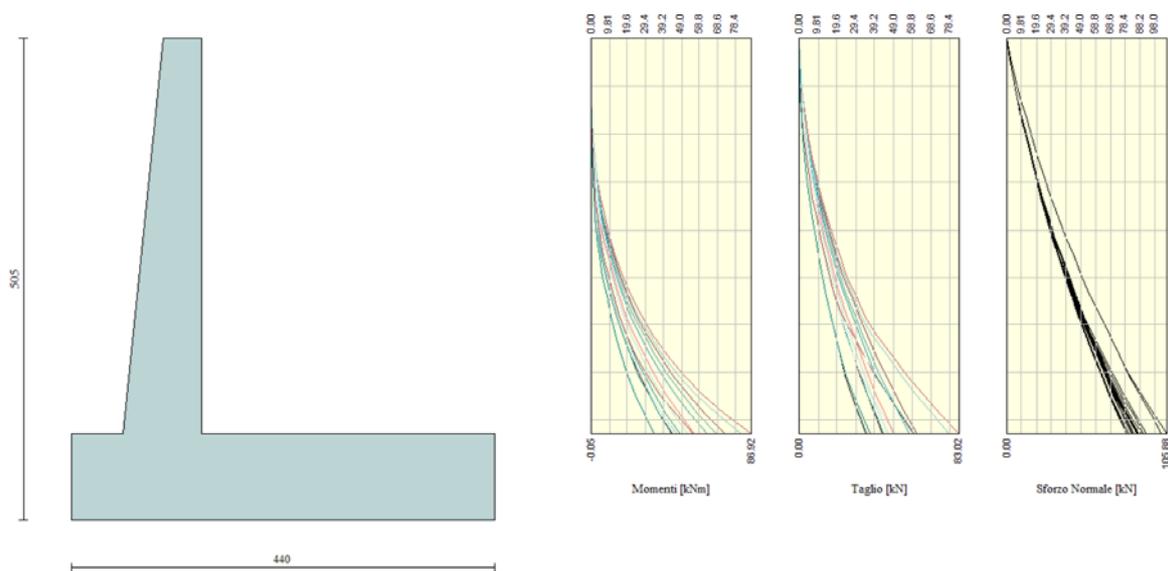


Figura 22: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>73 di 89</b>

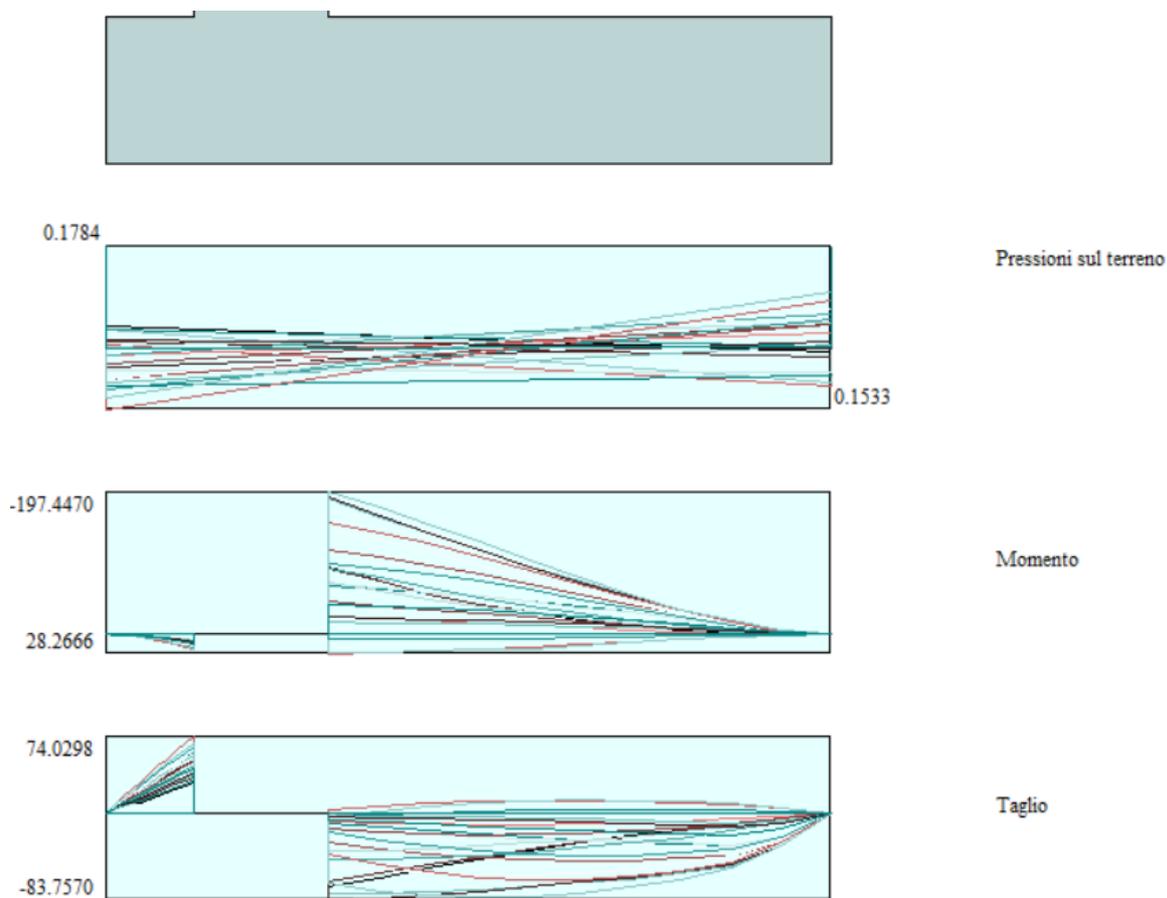


Figura 23: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>74 di 89</b>

## 12.4 VERIFICHE MURO TIPO E (HMAX=5.05 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

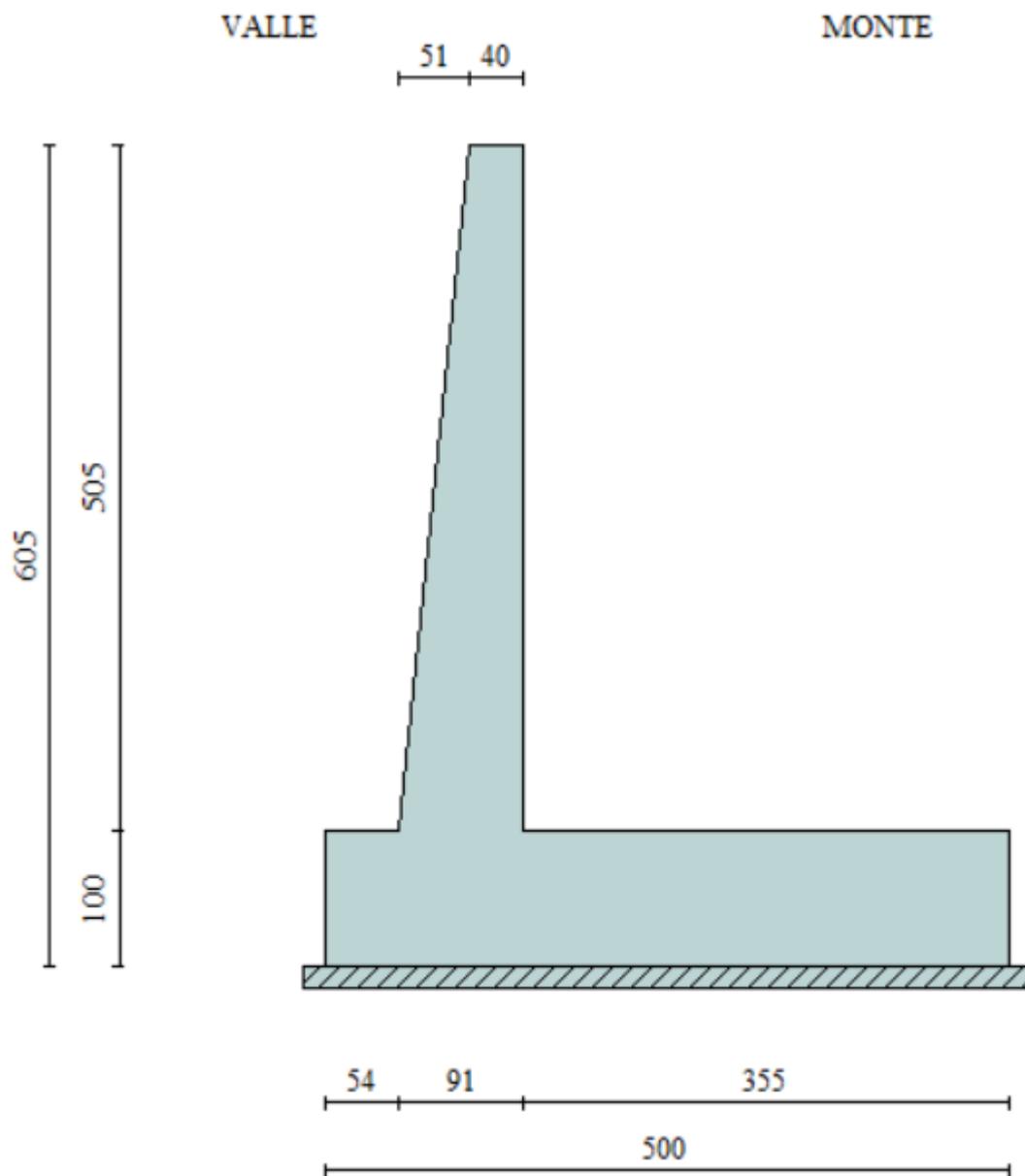


Figura 24: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>75 di 89</b>

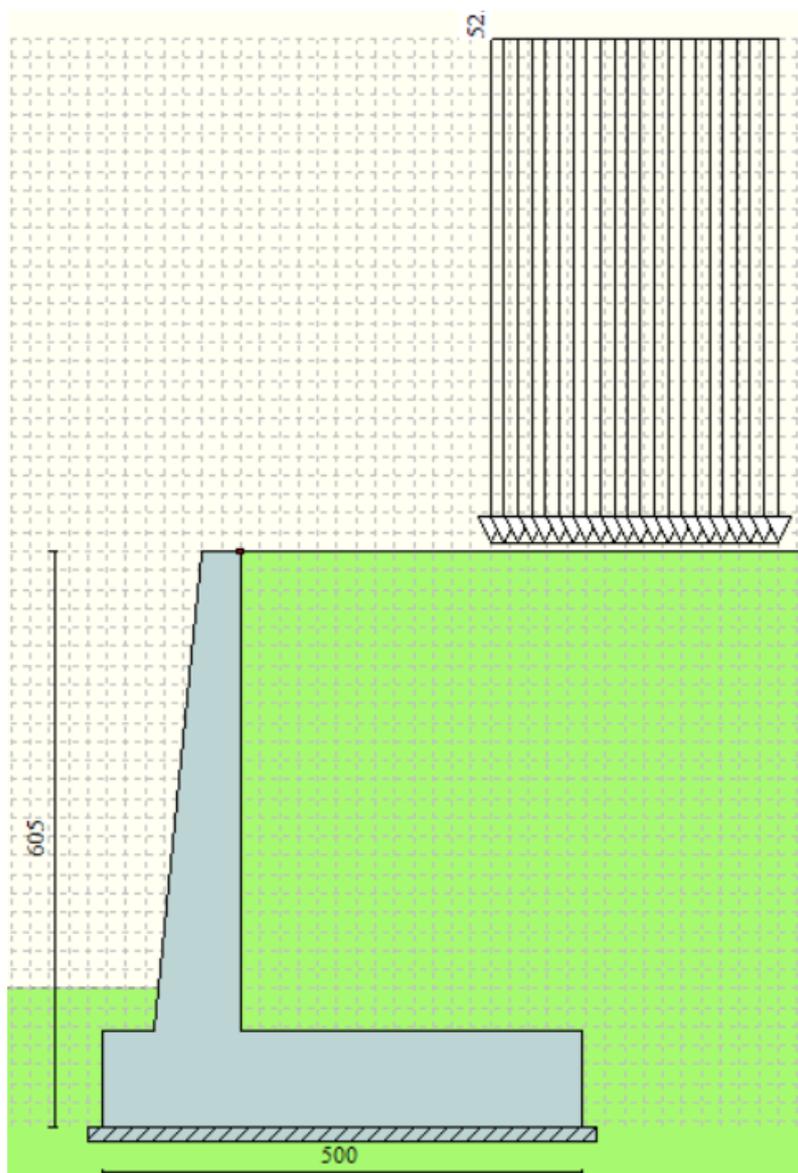


Figura 25: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	76 di 89

### Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3.61	31.27	--	102.7324	0.0000
2	A1-M1 - [1]	--	--	4.48	25.91	--	102.7324	0.0000
3	A1-M1 - [1]	--	--	4.17	26.87	--	102.7324	0.0000
4	A1-M1 - [1]	--	--	3.93	29.98	--	102.7324	0.0000
5	A2-M2 - [1]	--	--	2.81	13.30	--	100.3025	0.0000
6	EQU - [1]	--	7.70	--	--	--	110.3327	0.0000
7	STAB - [1]	--	--	--	--	2.28	100.3025	0.0000
8	A1-M1 - [2]	--	--	2.58	21.38	--	177.6693	0.0000
9	A1-M1 - [2]	--	--	2.40	22.63	--	177.6693	0.0000
10	A1-M1 - [2]	--	--	2.91	20.71	--	177.6693	0.0000
11	A1-M1 - [2]	--	--	2.72	21.80	--	177.6693	0.0000
12	A2-M2 - [2]	--	--	1.82	9.12	--	175.0986	0.0000
13	EQU - [2]	--	3.73	--	--	--	197.5866	0.0000
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.89	175.0986	0.0000
15	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	2.40	24.91	--	79.0249	22.8628
16	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	2.32	26.31	--	79.0249	15.7749
17	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1.62	9.15	--	100.3025	26.2793
18	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1.58	9.64	--	100.3025	17.2600
19	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	4.82	--	--	--	100.3025	26.2793
20	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	4.02	--	--	--	100.3025	17.2600
21	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.86	100.3025	26.2793
22	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.82	100.3025	17.2600
23	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.95	18.55	--	127.7306	26.4707
24	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.90	19.56	--	127.7306	14.8808
25	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.33	<b>6.52</b>	--	154.7346	28.8346
26	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.30</b>	6.85	--	154.7346	14.7742
27	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	<b>2.96</b>	--	--	--	154.7346	14.7742
28	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	3.32	--	--	--	154.7346	28.8346
29	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.68	154.7346	28.8346
30	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.65</b>	154.7346	14.7742
31	SLEQ - [1]	--	--	3.64	30.57	--	106.3735	0.0000
32	SLEF - [1]	--	--	3.51	30.04	--	111.4651	0.0000
33	SLER - [1]	--	--	3.15	28.13	--	127.7306	0.0000

Figura 26: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE          PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>77 di 89</b>

### Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

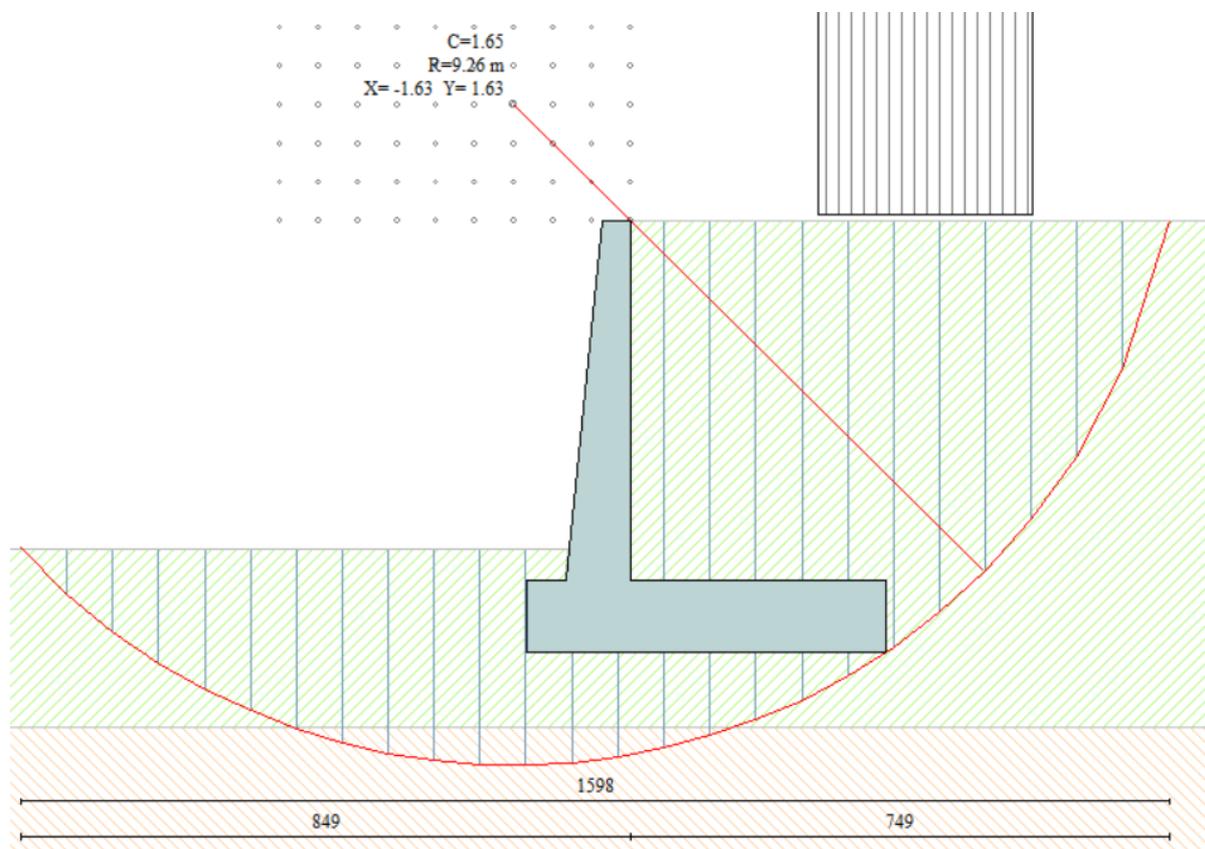


Figura 27: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>78 di 89</b>

### Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 $\phi$ 24/20
	lato scavo	1 $\phi$ 20/20
Fondazione	superiore	1 $\phi$ 24/20
	inferiore	1 $\phi$ 20/20

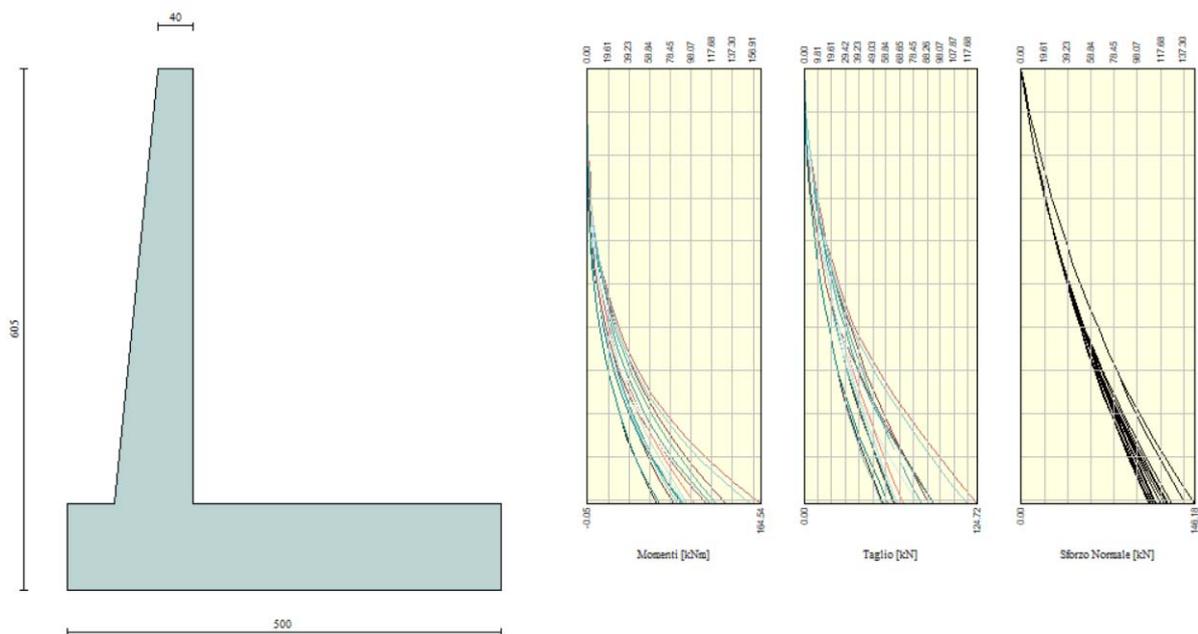


Figura 28: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>79 di 89</b>				

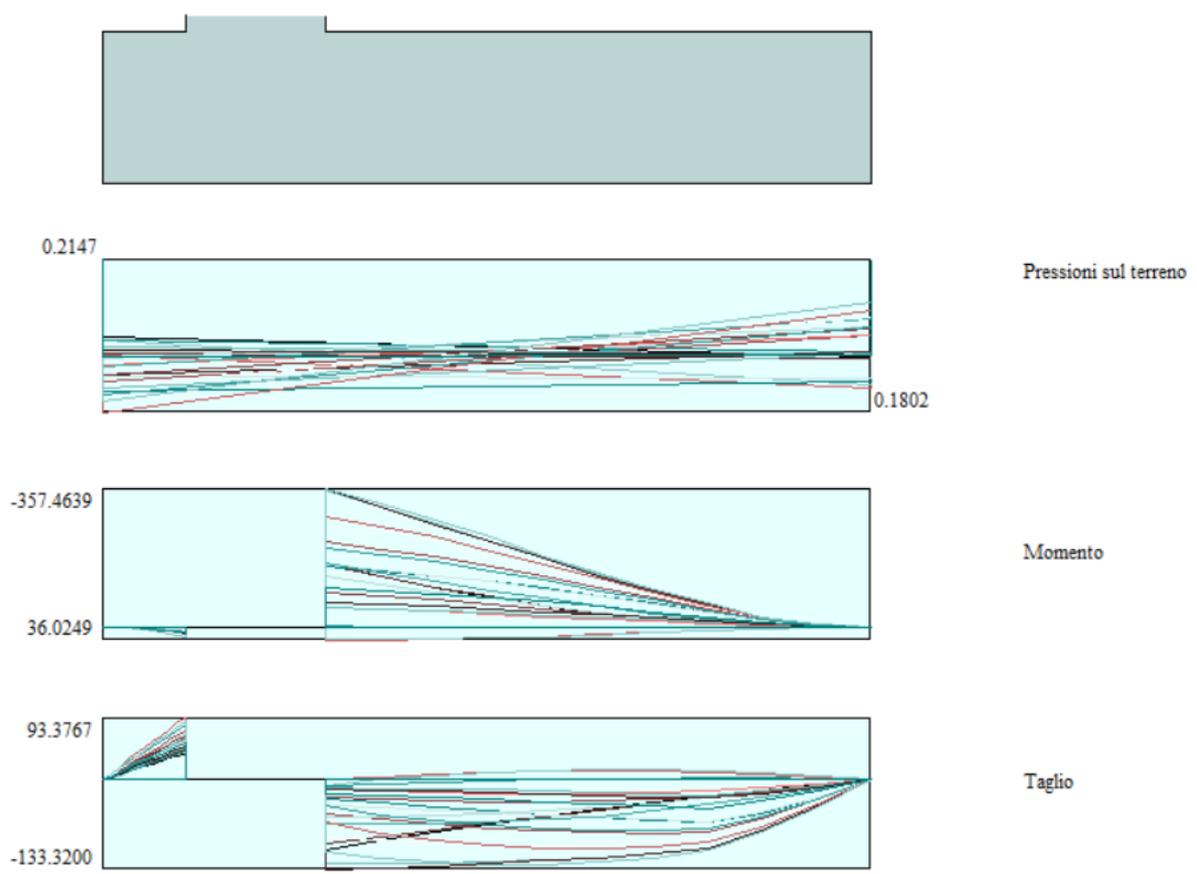


Figura 29: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 - MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>80 di 89</b>

## 12.5 VERIFICHE MURO TIPO F (HMAX=5.50 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto.

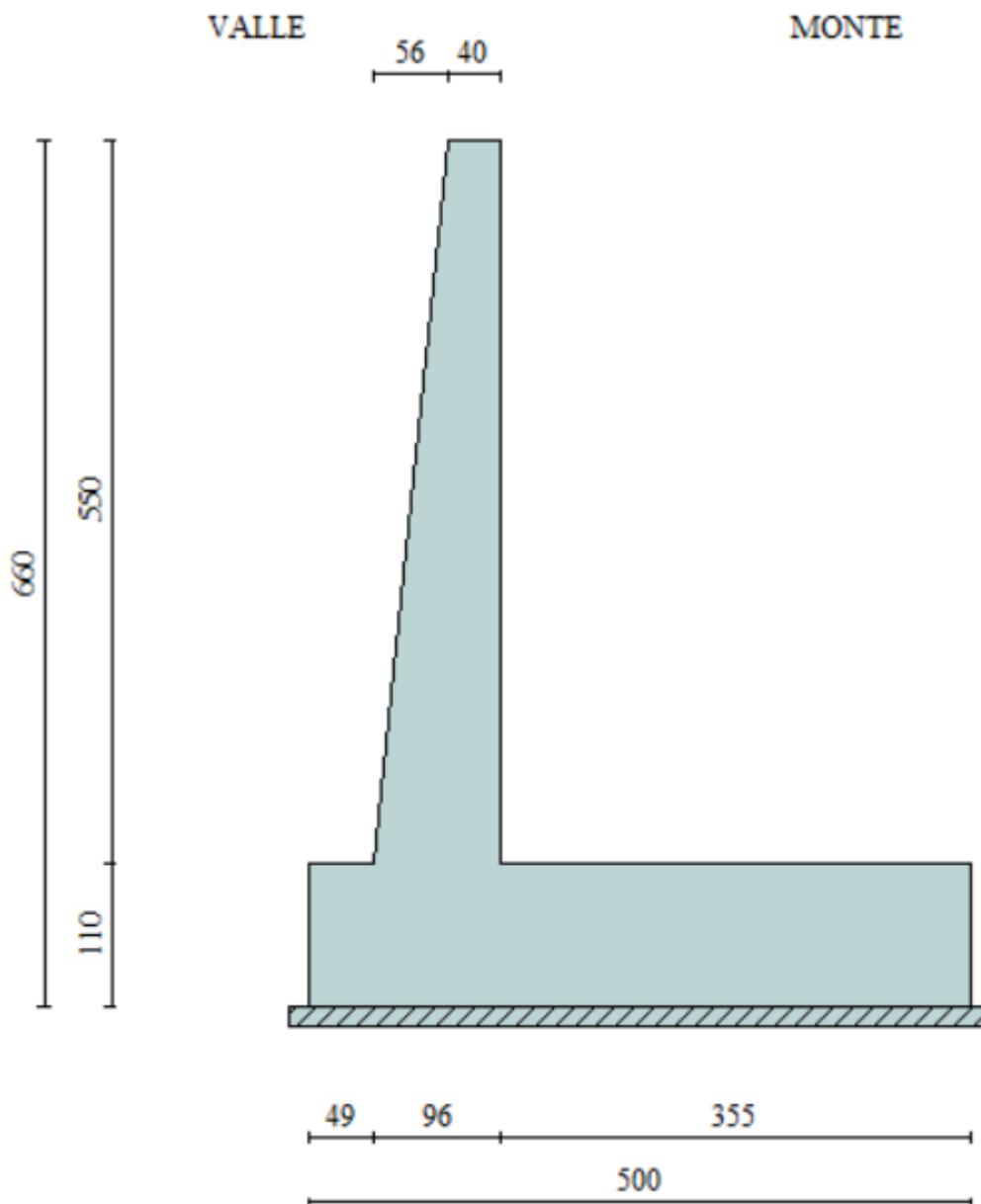


Figura 30: Geometria e dimensioni

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>81 di 89</b>

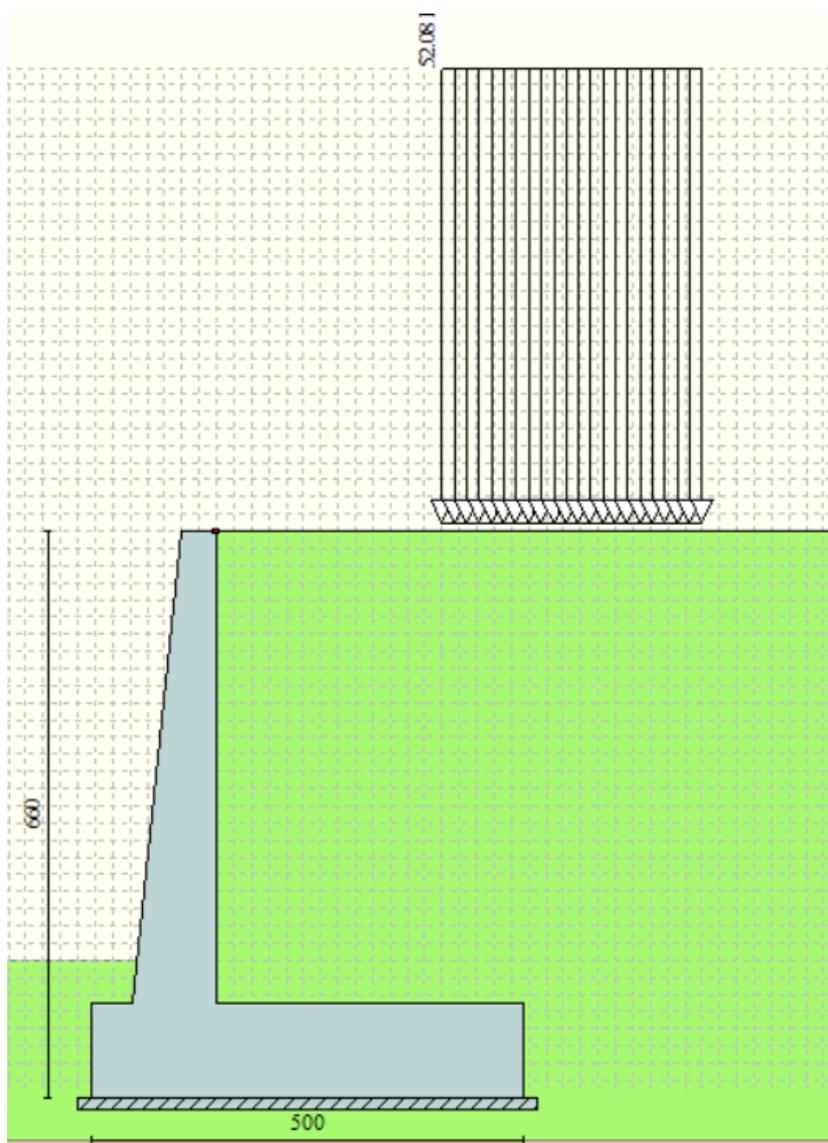


Figura 31: Profilo del terreno

Di seguito sono riassunte le verifiche strutturali e geotecniche effettuate sull'opera in esame. Si riportano i risultati delle combinazioni di carico più gravose per ogni stato limite esaminato.

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>82 di 89</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	82 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	82 di 89								

### Verifica a stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle combinazioni previste.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3.39	29.15	--	122.2938	0.0000
2	A1-M1 - [1]	--	--	4.20	24.23	--	122.2938	0.0000
3	A1-M1 - [1]	--	--	3.90	25.13	--	122.2938	0.0000
4	A1-M1 - [1]	--	--	3.69	27.58	--	122.2938	0.0000
5	A2-M2 - [1]	--	--	2.64	12.49	--	119.4012	0.0000
6	EQU - [1]	--	6.54	--	--	--	131.3413	0.0000
7	STAB - [1]	--	--	--	--	2.12	119.4012	0.0000
8	A1-M1 - [2]	--	--	2.60	19.60	--	194.9813	0.0000
9	A1-M1 - [2]	--	--	2.41	20.74	--	194.9813	0.0000
10	A1-M1 - [2]	--	--	2.91	19.08	--	194.9813	0.0000
11	A1-M1 - [2]	--	--	2.73	20.22	--	194.9813	0.0000
12	A2-M2 - [2]	--	--	1.84	8.40	--	191.3656	0.0000
13	EQU - [2]	--	3.36	--	--	--	215.1997	0.0000
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.82	191.3656	0.0000
15	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	2.32	22.13	--	94.0722	27.2161
16	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	2.25	23.33	--	94.0722	18.7786
17	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1.56	8.06	--	119.4012	31.2831
18	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1.52	8.47	--	119.4012	20.5465
19	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	4.22	--	--	--	119.4012	31.2831
20	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	3.60	--	--	--	119.4012	20.5465
21	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.74	119.4012	31.2831
22	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.71	119.4012	20.5465
23	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.94	16.71	--	141.5036	30.8691
24	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.90	17.58	--	141.5036	18.0471
25	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.32	<b>5.82</b>	--	172.2806	33.9110
26	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.29</b>	6.10	--	172.2806	18.2767
27	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	<b>2.69</b>	--	--	--	172.2806	18.2767
28	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	2.98	--	--	--	172.2806	33.9110
29	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.60	172.2806	33.9110
30	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.58</b>	172.2806	18.2767
31	SLEQ - [1]	--	--	3.55	28.75	--	120.9887	0.0000
32	SLEF - [1]	--	--	3.44	28.00	--	125.9155	0.0000
33	SLEP - [1]	--	--	3.14	25.85	--	141.5036	0.0000

Figura 32: Verifica stabilità locale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>83 di 89</b>

### Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°30 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

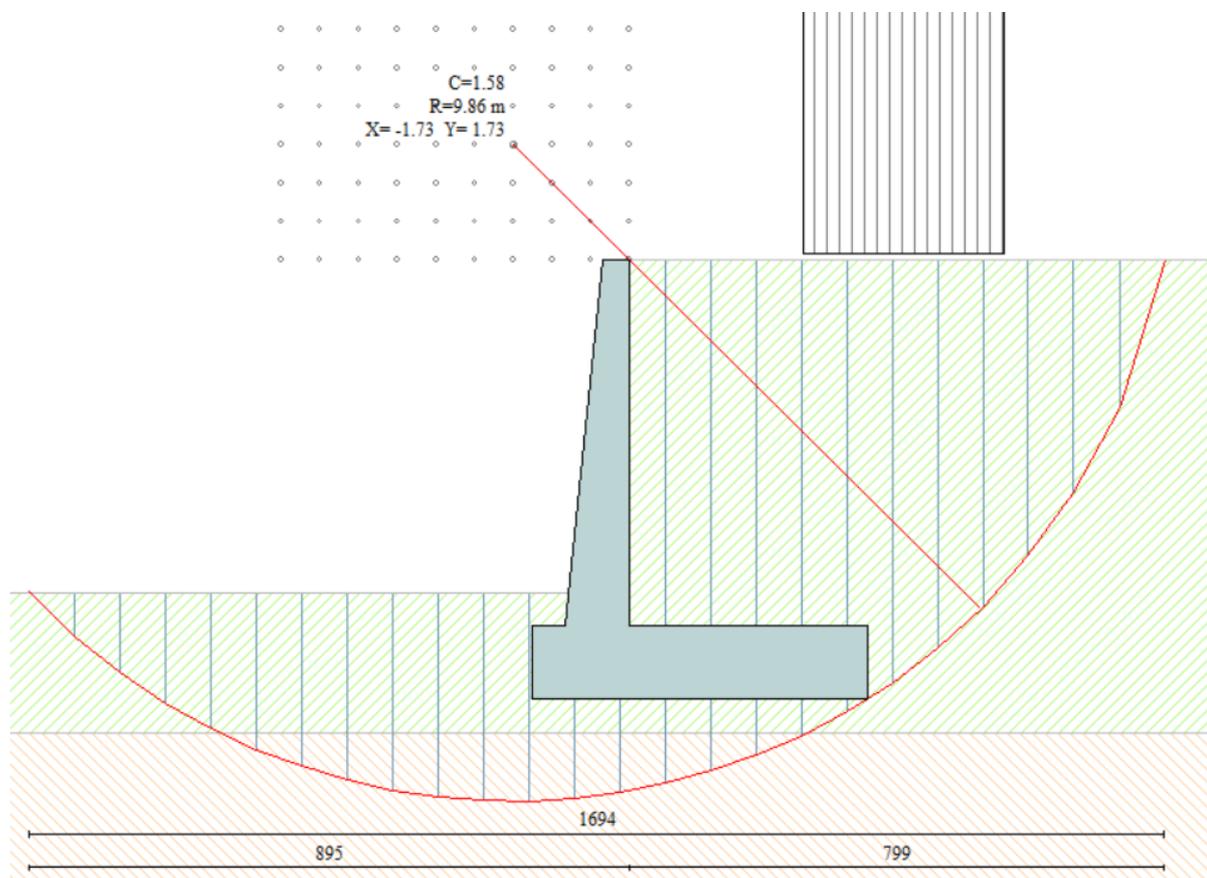


Figura 33: Stabilità globale del sistema terra-muro

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<b>PROGETTO</b> <b>IF1M</b>	<b>LOTTO</b> <b>0.0.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI.02.00.001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>PAGINA</b> <b>84 di 89</b>

### Verifiche strutturali

Nelle due immagini seguenti si riportano i diagrammi delle massime sollecitazioni che si ottengono in corrispondenza del paramento murario e della fondazione.

A partire da tali valori saranno poi effettuate le verifiche degli elementi strutturali, considerando ferri di armatura:

Paramento	lato terra	1 $\phi$ 24/20
	lato scavo	1 $\phi$ 20/20
Fondazione	superiore	1 $\phi$ 24/20
	inferiore	1 $\phi$ 20/20

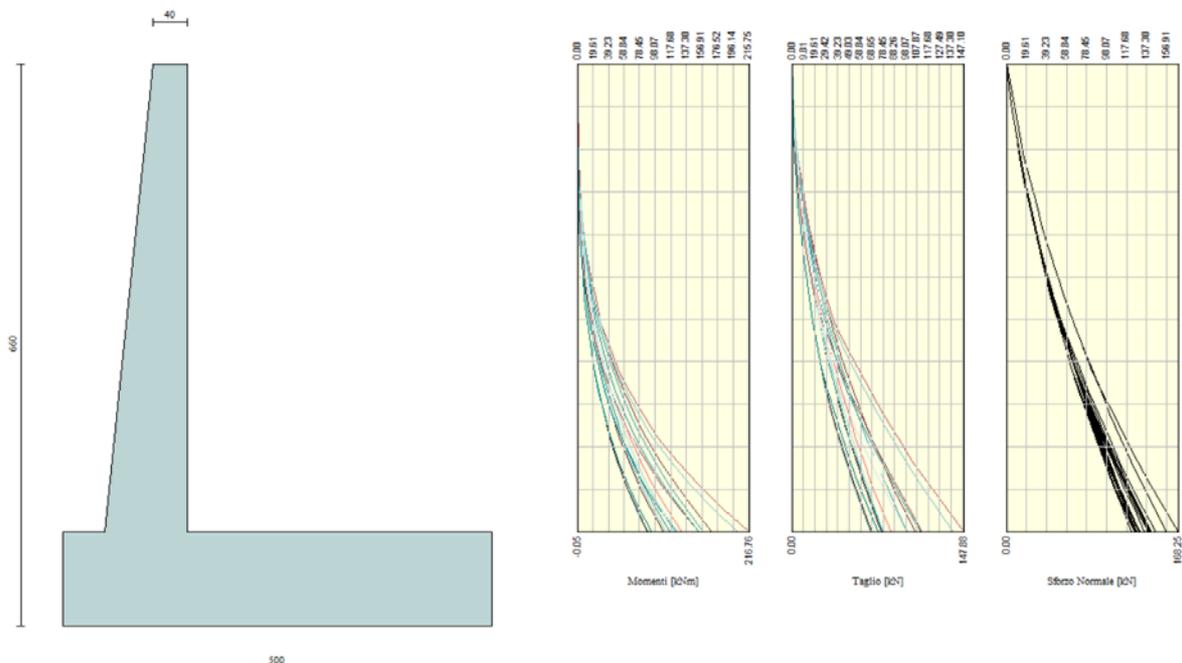


Figura 34: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>85 di 89</b>

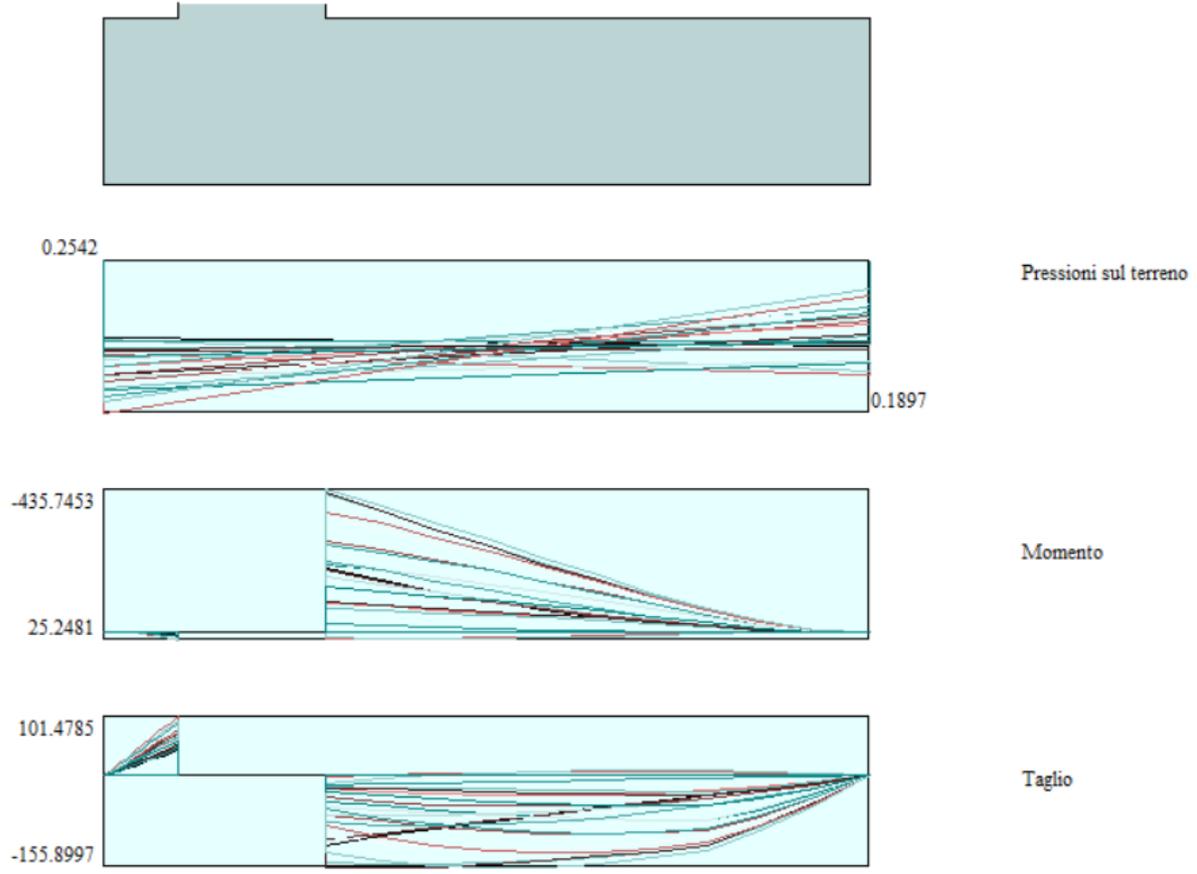


Figura 35: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>							
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>86 di 89</b>

### 13 INCIDENZE

Di seguito si esplicita l'incidenza relativa all'opera di sostegno in esame:

	Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di progetto [kg/m <sup>3</sup> ]
			Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]		
MURI DI SOSTEGNO RI.04 TIPO B	Fondazione	0.70	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	25x50	8	4.936	36.50	100
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89						
	Elevazione	0.65	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	25x50	8	4.936	36.50	115
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89						
MURI DI SOSTEGNO RI.04 TIPO C	Fondazione	0.80	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	25x50	8	4.936	36.50	100
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89						
	Elevazione	0.95	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	10	25x50	8	4.936	36.50	115
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89						

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>87 di 89</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	87 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	87 di 89								

MURI DI SOSTEGNO RI.04 TIPO D	Fondazione	0.90	LATO A	16	5	7.89	LATO A	20	5	12.33	10	25x50	8	4.936	45.38	<b>100</b>
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
	Elevazione	0.85	LATO A	16	5	7.89	LATO A	20	5	12.33	10	25x50	8	4.936	45.38	<b>115</b>
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
MURI DI SOSTEGNO RI.04 TIPO E	Fondazione	1.00	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	10	25x50	8	4.936	50.80	<b>100</b>
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
	Elevazione	0.90	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	10	25x50	8	4.936	50.80	<b>115</b>
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
MURI DI SOSTEGNO RI.04 TIPO F	Fondazione	1.10	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	10	25x50	8	4.936	50.80	<b>100</b>
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33						
	Elevazione	1.00	LATO A	16	5	7.89	LATO A	24	5	17.755	10	25x50	8	4.936	50.80	<b>115</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.02.00.001</td> <td>A</td> <td>88 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	88 di 89
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	RI.02.00.001	A	88 di 89								

			LATO B	16	5	7.89	LATO B	20	5	12.33							
--	--	--	--------	----	---	------	--------	----	---	-------	--	--	--	--	--	--	--

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RI04 – MURO DI SOSTEGNO IN DX BINARIO DI PRECEDENZA TRA LE</b> <b>PROGR. 10+529.84 e 10+770.06- Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.02.00.001</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>89 di 89</b>		

## 14 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Sezione tipologica .....	5
Figura 2 – Pianta 1/2 .....	5
Figura 3 – Pianta 2/2 .....	6
Figura 4 – Profilo longitudinale .....	6
Figura 5: Sezione trasversale tipo .....	8
Figura 6: Geometria e dimensioni .....	56
Figura 7: Profilo del terreno .....	57
Figura 8: Verifica stabilità locale .....	58
Figura 9: Stabilità globale del sistema terra-muro .....	59
Figura 10: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) .....	60
Figura 11: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) .....	61
Figura 12: Geometria e dimensioni .....	62
Figura 13: Profilo del terreno .....	63
Figura 14: Verifica stabilità locale .....	64
Figura 15: Stabilità globale del sistema terra-muro .....	65
Figura 16: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) .....	66
Figura 17: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) .....	67
Figura 18: Geometria e dimensioni .....	68
Figura 19: Profilo del terreno .....	69
Figura 20: Verifica stabilità locale .....	70
Figura 21: Stabilità globale del sistema terra-muro .....	71
Figura 22: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) .....	72
Figura 23: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) .....	73
Figura 24: Geometria e dimensioni .....	74
Figura 25: Profilo del terreno .....	75
Figura 26: Verifica stabilità locale .....	76
Figura 27: Stabilità globale del sistema terra-muro .....	77
Figura 28: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) .....	78
Figura 29: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) .....	79
Figura 30: Geometria e dimensioni .....	80
Figura 31: Profilo del terreno .....	81
Figura 32: Verifica stabilità locale .....	82
Figura 33: Stabilità globale del sistema terra-muro .....	83
Figura 34: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) .....	84
Figura 35: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU) .....	85