

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

### 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

ALLUNGAMENTO ASTA DI MANOVRA STAZIONE DI ACERRA

RI04BIS – RACCORDO INDUSTRIALE ACERRA

MURO DI SOSTEGNO IN SX BINARIO INDUSTRIALE TRA KM 2+383.73 E KM 2+587.02

Relazione di calcolo

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	VALIDO PER COSTRUZIONE
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	DIRETTORE LAVORI Ing. M. PEMPORI

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

I	F	1	M	0	0	V	Z	Z	C	L	R	I	0	4	B	0	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	S.CHECCHI	17/07/19	PINTI	18/07/19	D'ANGELO	18/07/19	COPPA
B	REVISIONE PER RdV 529	S. CHECCHI	29/10/19	PINTI	30/10/19	D'ANGELO	30/10/19	
C	REVISIONE PER RdV 546	S. CHECCHI	22/01/20	PINTI	23/01/20	D'ANGELO	23/01/20	
								24/01/20

File: IF1M.0.0.V.ZZ.CL.RI.04.B.0.001-C.doc.

n. Elab.:

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>2 di 119</b>	

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>12</b>
4.1	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>12</b>
4.1.1	<b>Strutture di elevazione e fondazioni.....</b>	<b>12</b>
4.2	<b>ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE.....</b>	<b>13</b>
4.3	<b>COPRIFERRI MINIMI .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>16</b>
7.1	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....</b>	<b>16</b>
7.1.1	<b>Verifica a fessurazione.....</b>	<b>16</b>
7.1.2	<b>Verifica delle tensioni in esercizio.....</b>	<b>17</b>
7.2	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....</b>	<b>18</b>
7.2.1	<b>Sollecitazioni flettenti.....</b>	<b>18</b>
7.2.2	<b>Sollecitazioni taglianti.....</b>	<b>18</b>
7.3	<b>VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE.....</b>	<b>20</b>
7.3.1	<b>Verifiche allo scorrimento.....</b>	<b>20</b>
7.3.2	<b>Verifiche a Ribaltamento.....</b>	<b>21</b>
7.3.3	<b>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite).....</b>	<b>21</b>
7.4	<b>VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE .....</b>	<b>24</b>
7.4.1	<b>VERIFICHE IN FASE SISMICA.....</b>	<b>26</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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 3 di 119

7.4.2	<b>VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO SPINTE DEL TERRENO E DEI SOVRACCARICHI ..</b>	<b>30</b>
8.1	FASE STATICA .....	30
8.2	FASE SISMICA .....	31
<b>9</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>33</b>
9.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1 .....	33
9.2	SOVRACCARICHI DA TRAFFICO FERROVIARIO .....	33
9.3	SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE.....	37
9.4	SPINTA DA SOVRACCARICO PERMANENTE .....	37
9.5	AZIONE ECCEZIONALE DA DERAGLIAMENTO .....	38
9.6	CARICHI CONNESSI ALLA PRESENZA DEL PALO TE.....	39
9.7	CARICHI CONNESSI ALLA PRESENZA DEL PORTALE DI ORMEGGIO .....	39
<b>10</b>	<b>AZIONE SISMICA DI VERIFICA .....</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>46</b>
<b>12</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE.....</b>	<b>52</b>
12.1	VERIFICHE MURI TIPO F*-G* (HMAX=9.00 M).....	52
12.2	VERIFICHE MURO D'ALA-SEZIONE X-X (HMAX=9.00M).....	71
12.3	VERIFICHE MURI TIPO F1* (HMAX=8.63 M) .....	76
12.3.1	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	76
12.3.2	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....	78
12.4	VERIFICHE STRUTTURALI.....	83
12.4.1	FONDAZIONE_Sezione di mezzeria .....	83
12.4.2	FONDAZIONE_Sezione di incastro.....	92

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>4 di 119</b>	

<b>12.4.3</b>	<b><i>PIEDRITTO_Sezione di spiccato</i></b> .....	<b>101</b>
<b>12.4.4</b>	<b><i>PIEDRITTO_Sezione di base risega</i></b> .....	<b>108</b>
<b>12.5</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE</b> .....	<b>112</b>
<b>12.5.1</b>	<b><i>Verifica di capacità portante</i></b> .....	<b>112</b>
<b>12.6</b>	<b>VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI</b> .....	<b>116</b>
<b>13</b>	<b>INCIDENZE</b> .....	<b>118</b>
<b>14</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>119</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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>
					REV.	PAGINA
					<b>C</b>	<b>5 di 119</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 il muro di sostegno in sx del binario industriale tra le progr. 2+383.73 e 2+587.02, che presenta le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli 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>
G*	9	1.30	7.05	1.30
F*	8.39÷8.79	1.30	7.05	1.30
F1* - ad 'U'	8.63	1.30	9.94	1.30

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno

Le tipologie dei muri in oggetto presentano tutte un piano ferro abbassato di 2,20m rispetto alla testa del muro.

Di seguito si riportano delle immagini rappresentative delle tipologie di muri in oggetto:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO 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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>6 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

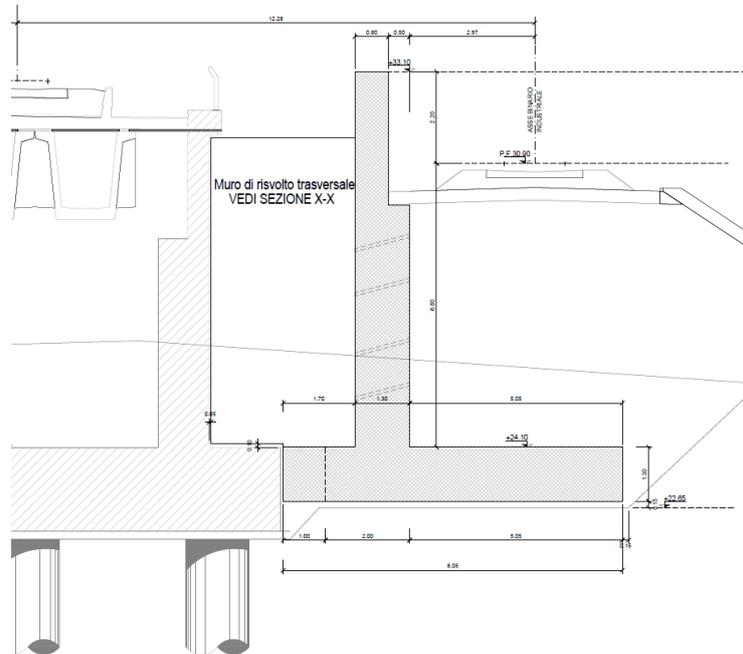


Figura 1: Sezione tipologica TIPO G\*

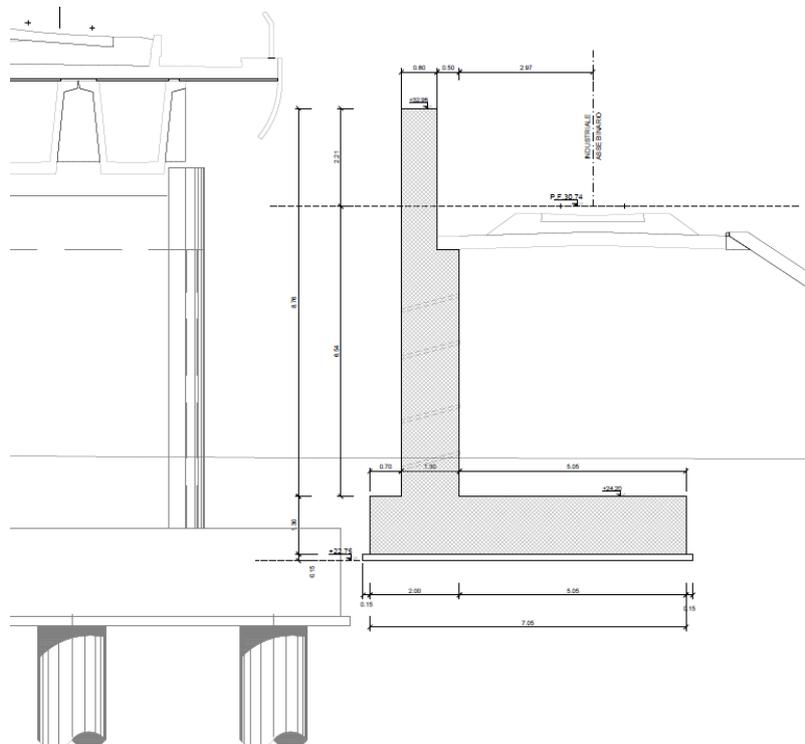


Figura 2: Sezione tipologica TIPO F\*

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>7 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

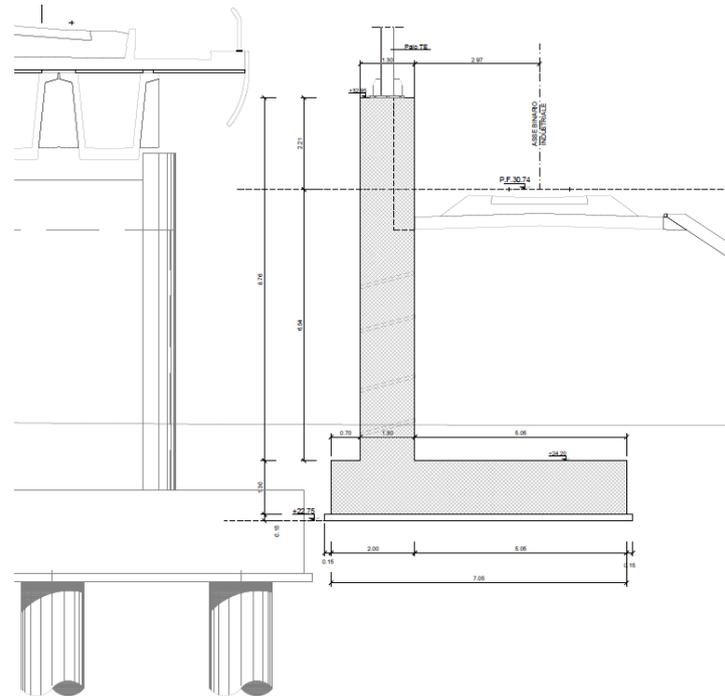


Figura 3: Sezione tipologica TIPO F\* in presenza del palo TE

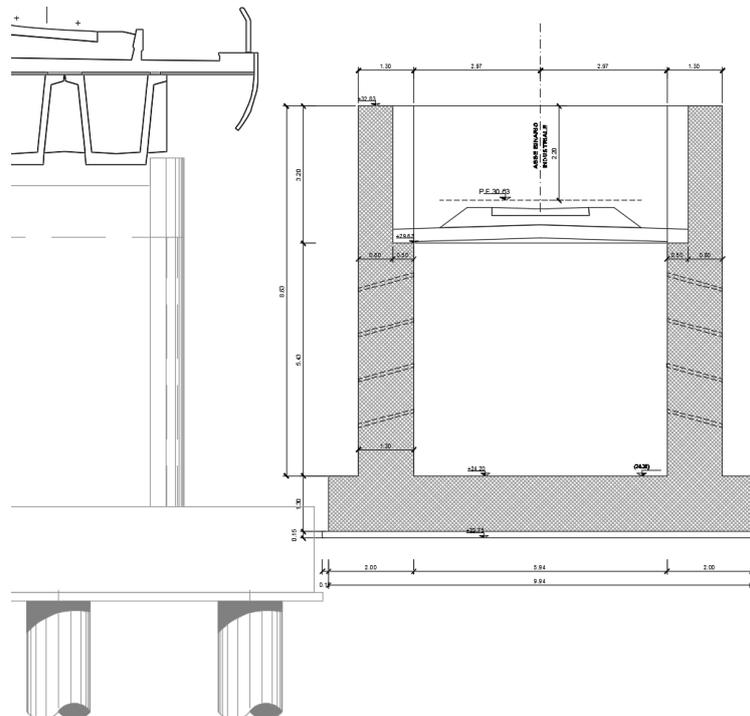


Figura 4: Sezione tipologica TIPO F1\*

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>8 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

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

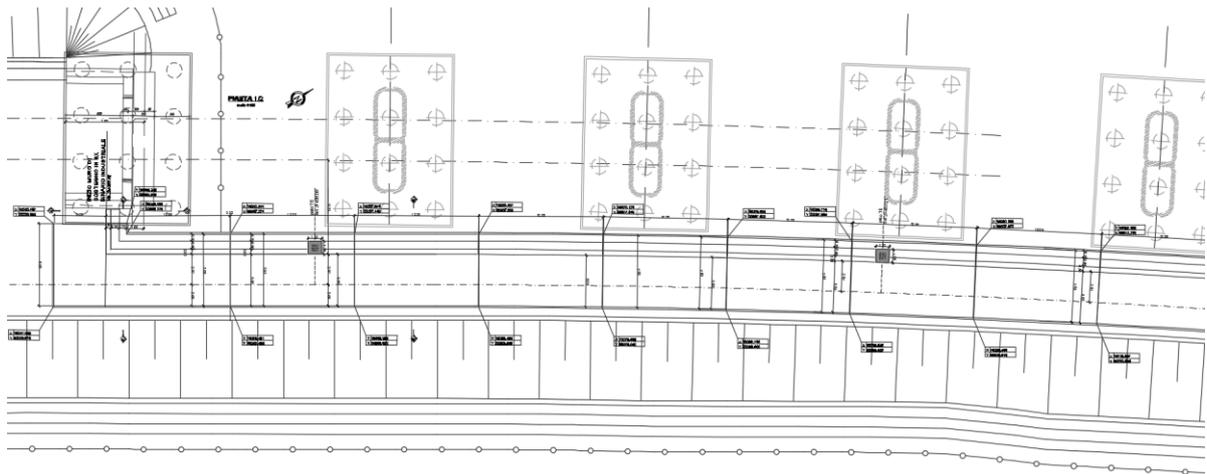


Figura 5 – Pianta 1/2

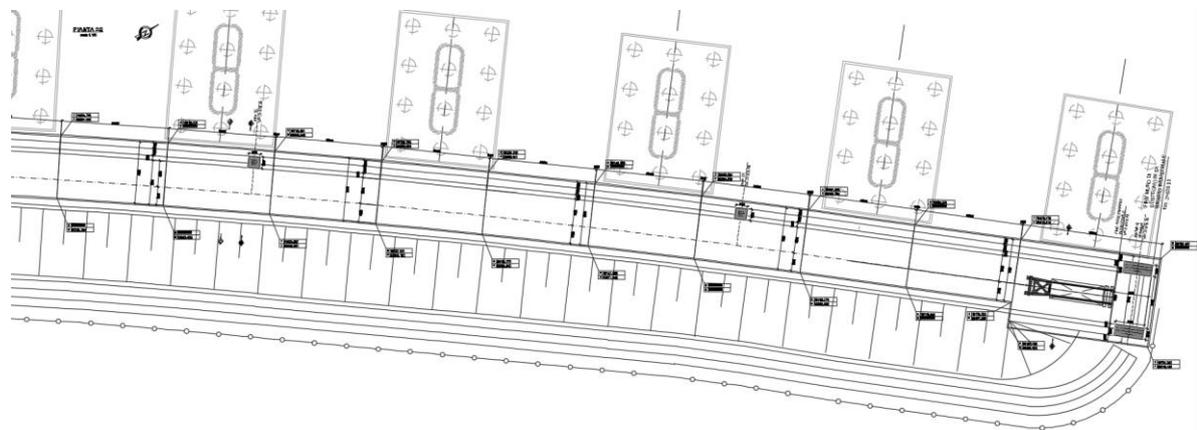


Figura 6 – Pianta 2/2

APPALDATORE: <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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>9 di 119</b>

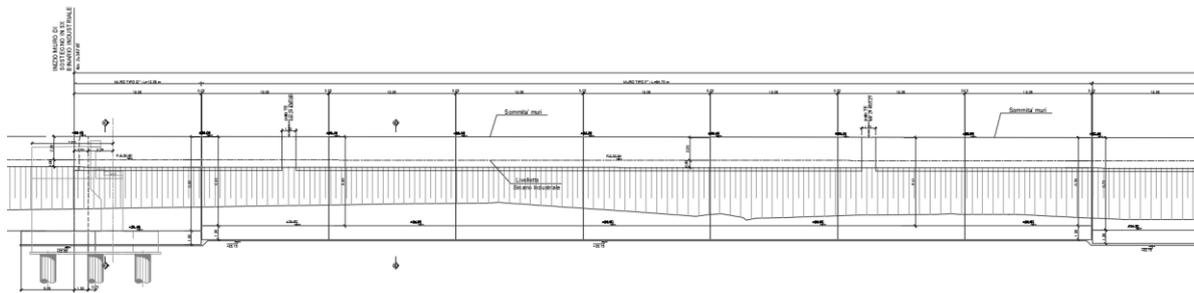


Figura 7 – Profilo longitudinale 1/2

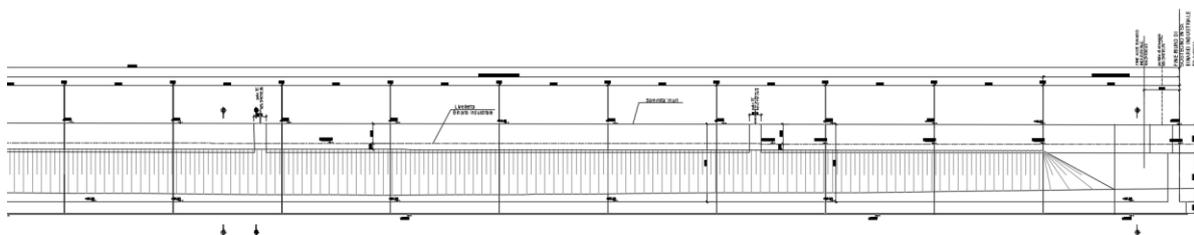


Figura 8 – Profilo longitudinale 2/2

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.

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> <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 DI VARIANTE <b>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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>10 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	10 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	10 di 119								

## **2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

Le opere strutturali consistono nella realizzazione di un muro lato binario dispari di lunghezza complessiva di 232.7m e di altezza variabile tra le sezioni del muro tipo F1\*, di altezza massima 8.63m, con sezione ad 'U'; F\*, di altezza massima 8.79m e del tipo G\*, di altezza massima 9.00m.

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>11 di 119</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 – Pesì per unità di volume, pesì 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> <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>12 di 119</b>

## 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

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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>13 di 119</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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>
			REV.	PAGINA		
			<b>C</b>	<b>14 di 119</b>		

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Il modello geotecnico adottato per il calcolo del muro in esame è riportato nei prospetti successivi.

La stratigrafia ed i parametri geotecnici assunti sono ricavati dalla relazione geotecnica generale a cui si rimanda per ogni ulteriore dettaglio.

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

Tabella 3 – Caratteristiche meccaniche del terreno di riporto

TIPOLOGIA TERRENO	SPESSORE STRATO [m]	TIPOLOGIA	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	c [MPa]	$\phi$ [°]
Terreno fondazione 1	4	Piroclastiti recenti sabbioso limose (Po)	16	0	30
Terreno fondazione 2	10	Piroclastiti recenti sabbioso limose (Po)	16	0	33

Tabella 3 – Caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione

Il livello di falda oscilla tra le quote 2.70m e 4.00m da p.c. lungo lo sviluppo dell'opera.

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>15 di 119</b>	

## 6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati grafici di riferimento:

IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.04.B.0.001	Pianta e profilo longitudinale - Tav.1
IF1M.0.0.E.ZZ.LA.RI.04.B.0.002	Pianta e profilo longitudinale - Tav.2
IF1M.0.0.E.ZZ.BB.RI.04.B.0.001	Carpenteria e dettagli
IF1M.0.0.E.ZZ.P9.RI.04.B.0.001	Pianta scavi

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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 16 di 119

## 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</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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 17 di 119	

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:  $w_d \leq w_1 = 0.2$  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:

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

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

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</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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 18 di 119		

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:

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

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

e dove:

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.    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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>19 di 119</b>

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

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  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;

$\sigma_{cp}$  è la tensione media di compressione 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</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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>20 di 119</b>	

- $A_{sw}$  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  $\phi$

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>21 di 119</b>

### 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
- Kp Coefficiente di spinta passiva espresso da  $Kp = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione

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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 22 di 119	

- 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:

$$N_q = Kp e^{\pi \cdot tg \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \varphi$$

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

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>23 di 119</b>				

### 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 $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	<b>Per <math>\eta = 0</math></b>	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	<b>Per <math>\eta &gt; 0</math></b>	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 24 di 119

### 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:

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

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

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

## 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</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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>25 di 119</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)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_T$	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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>26 di 119</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</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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>27 di 119</b>	

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

	Categoria di sottosuolo	
	<b>A</b>	<b>B, C, D, E</b>
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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

*Per quanto riguarda 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*

### 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.

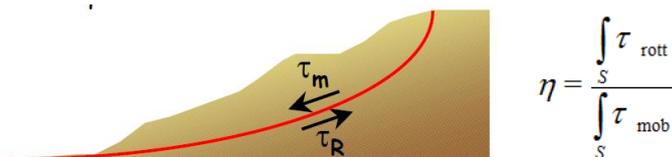
*La circolare applicativa n617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato 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  $R2=1.1$  ( $\gamma_R$ ).**

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</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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 28 di 119

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 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 taglienti 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:

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, b<sub>i</sub> ed α<sub>i</sub> sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W<sub>i</sub> è il peso della striscia i-esima e c<sub>i</sub> e φ<sub>i</sub> 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 η.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO 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>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<b>ASTALDI S.p.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>29 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	29 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	29 di 119								

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>30 di 119</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;
- 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 ( $A$ );

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>				
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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 31 di 119</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>				

- 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 sovraspinta 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  $\varepsilon$ :

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

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

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

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>32 di 119</b>

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

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

z<sub>w</sub> è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

a<sub>x</sub> 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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 33 di 119</b>

## 9 ANALISI DEI CARICHI

Si considerano sulla struttura le azioni elementari elencate nei paragrafi 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 DA 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:

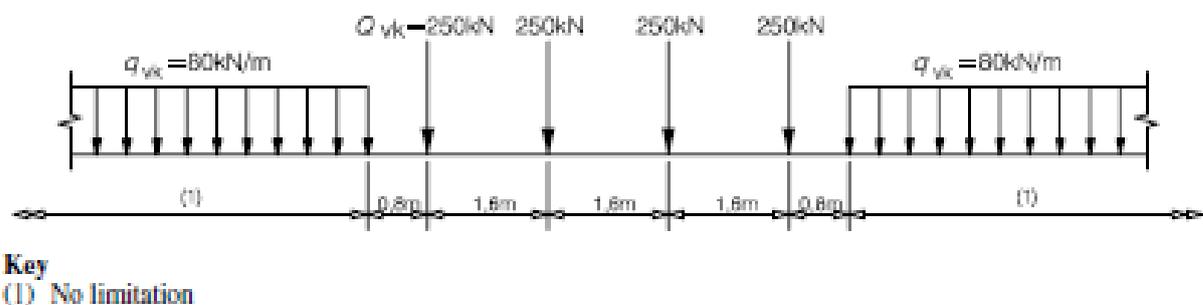


Figura 9 – LM71

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> <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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>34 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</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 kN/m :

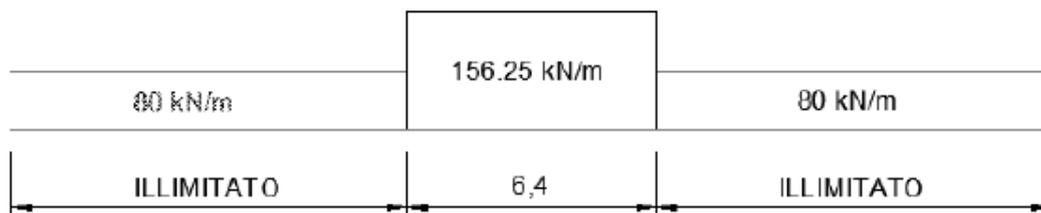


Figura 10 – Schema di carico quota pf

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 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>				
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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b> PAGINA <b>35 di 119</b>

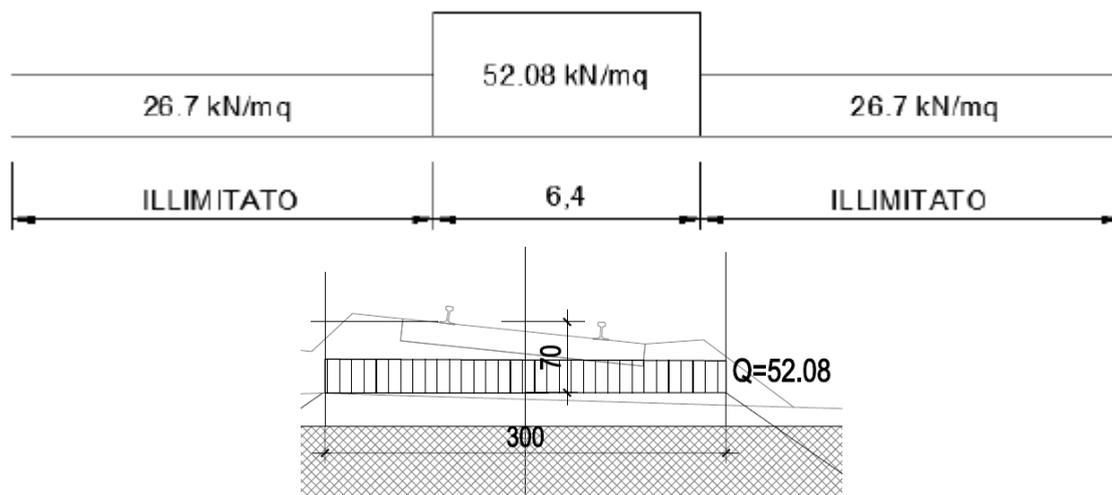


Figura 11 – Schema di carico per effetto della diffusione

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> <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001
					REV.	PAGINA
					C	36 di 119

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.

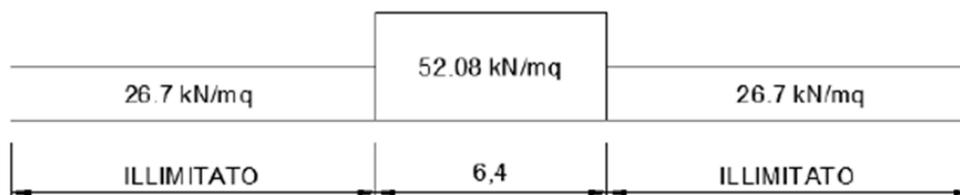


Figura 12 – Schema di carico per effetto della diffusione considerando  $\alpha$

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>37 di 119</b>

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.

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

### 9.3 SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE

La spinta orizzontale dovuta al sovraccarico accidentale da traffico ferroviario è calcolata come:

$$P_{qacc} = k_a \times q$$

con  $q$  sovraccarico accidentale da traffico ferroviario e  $k_a$  pari al coefficiente di spinta attiva:

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

Con  $\phi = 38^\circ$  angolo di attrito del rilevato ferroviario.

### 9.4 SPINTA DA SOVRACCARICO PERMANENTE

La spinta orizzontale dovuta al sovraccarico permanente del pacchetto ferroviario è calcolata come:

$$P_{qperm} = k_0 \times q_{perm}$$

con  $q_{perm}$  sovraccarico permanente assunto convenzionalmente pari a  $18 \text{ kN/m}^3 \times 0.8 \text{ m}$  e  $k_0$  pari al coefficiente di spinta attiva, definito nel paragrafo precedente.

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>38 di 119</b>

## 9.5 AZIONE ECCEZIONALE DA DERAGLIAMENTO

Il D.M . 14/ 01/ 2008 definisce, al paragrafo 3.6.3.4 le azioni da considerare nel caso di Urti da traffico ferroviario. In particolare specifica che:

*"In mancanza di specifiche analisi di rischio possono assumersi le seguenti azioni statiche equivalenti, in funzione della distanza  $d$  degli elementi esposti dall'asse del binario:*

• per  $d \leq 5$  m:

- 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;

• per  $5$  m <  $d \leq 15$  m:

- 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;

• per  $d > 15$  m pari a zero in entrambe le direzioni.

*Queste forze dovranno essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non dovranno essere considerate agenti simultaneamente."*

Il progetto delle opere in esame ricade nel primo caso ( $d \leq 5$ m) pertanto si è provveduto all'applicazione di una forza di 1500 kN ad una altezza di 1,80 m rispetto al piano del ferro. Nella verifica del muro, al fine di determinare la lunghezza del muro effettivamente collaborante, si considera una ripartizione nel paramento secondo un angolo di 45 gradi. Cautelativamente, si considera che l'urto avvenga in corrispondenza dell'estremità del muro, dove la diffusione del carico può avvenire esclusivamente in una direzione ottenendo quindi la seguente azione:

$$F_{urto} = 1500 / L_{muro, collaborante} = 1500 / (H \times \tan 45^\circ)$$

dove: H è l'altezza del punto di applicazione della forza rispetto alla base del paramento del muro 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> <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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>39 di 119</b>

## 9.6 CARICHI CONNESSI ALLA PRESENZA DEL PALO TE

Nel caso di muro tipo F\* occorrerà tenere conto della presenza del palo TE in testa al muro. In particolare, con riferimento al palo LSF16, si hanno i seguenti scarichi:

$$M_{x,palo} = 82,8 \text{ kNm}$$

$$T_{x,palo} = 14,1 \text{ kN}$$

$$N_{palo} = 12,1 \text{ kN}$$

## 9.7 CARICHI CONNESSI ALLA PRESENZA DEL PORTALE DI ORMEGGIO

Nel caso di muro tipo F1\* occorrerà tenere conto della presenza del portale di ormeggio in testa al muro.

In particolare, dall'analisi del portale, si hanno i seguenti scarichi:

$$M_{x,portale} = 6,80 \text{ kNm}$$

$$M_{y,portale} = 29,0 \text{ kNm}$$

$$T_{x,portale} = 6,00 \text{ kN}$$

$$T_{y,portale} = 25,0 \text{ kN}$$

$$N_{portale} = 200 \text{ kN}$$

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>40 di 119</b>

## 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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 41 di 119		

### 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> 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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 42 di 119	

### 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  $VN = 75$  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 importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV.    PAGINA <b>C      43 di 119</b>

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</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 DI VARIANTE Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C
				PAGINA 44 di 119		

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:

$$a_g/g=0,218$$

$$\beta_m=0,31$$

$$K_h=0,093$$

e quindi:

<b>APPALTATORE:</b> <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>												
<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 DI VARIANTE</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PROGETTO</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF1M</td> <td style="text-align: center;">0.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI.04.B0.001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">45 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	45 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	45 di 119								

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.    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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>46 di 119</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 eccezionale (urto da deragliamento)

Azione sismica

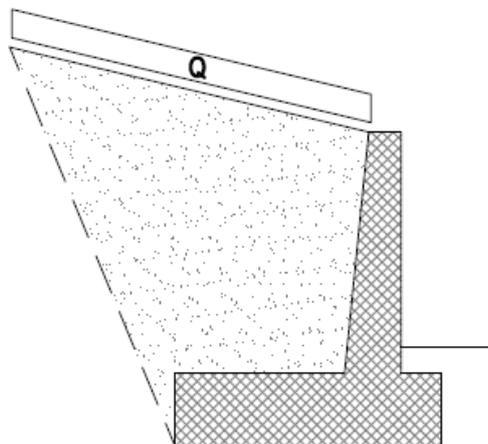


Figura 3 – Schema tipo muri di sostegno oggetto di dimensionamento.

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> <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.    PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C    47 di 119</b>

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

**Caso 5** (Eccezionale) : Peso Proprio + Spinte del Terrapieno + Sovraccarichi acc. + Deragliamenti

Essendo :

- Sisma H + : azione sismica orizzontale verso valle

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

Di seguito i 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 – NTC08).

## 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 uniaassiale delle rocce

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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 48 di 119

## Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

### 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/eccezionali

### 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

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>49 di 119</b>

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

### **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 DI VARIANTE Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 50 di 119
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							

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	Assente	--	FAV - SFAV
16	A1-M1	Assente	--	SFAV - FAV
17	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
18	A1-M1	Assente	--	SFAV - SFAV
19	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
20	EQU	Assente	--	FAV - FAV
21	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
22	A1-M1	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
23	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
24	A2-M2	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
25	A2-M2	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
26	EQU	Presente	Verticale negativo	FAV - FAV
27	EQU	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
28	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
29	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
30	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
31	A1-M1	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
32	A2-M2	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
33	A2-M2	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
34	EQU	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
35	EQU	Presente	Verticale negativo	FAV - FAV
36	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
37	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
38	SLEQ	Assente	--	SFAV - SFAV
39	SLEF	Assente	--	SFAV - SFAV
40	SLER	Assente	--	SFAV - SFAV

Tabella riepilogativa delle combinazioni di carico – Condizioni statiche/sismiche

Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Peso muro / terrapieno
1	A2-M2	Assente	--	SFAV - SFAV
2	EQU	Assente	--	FAV - FAV
3	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV

Tabella riepilogativa delle combinazioni di carico – Presenza dell'azione eccezionale dell'urto

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>51 di 119</b>	

Fermo restando le espressioni generali delle combinazioni di Verifica prescritte al p.2.5.3 del DM 14.01.08, a cui si rimanda per maggiori dettagli, per tutte le **combinazioni "SISMICHE" ed "ECCEZIONALI"** (presenza dell'azione di urto da traffico ferroviario), i valori dei coefficienti parziali sulle azioni (**A1-A2**) sono posti **unitari**, come evidente nel prospetto riportato in precedenza 'Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche/eccezionali', mentre riguardo i coefficienti di combinazione  $\Psi$  delle azioni accidentali, nel caso in esame quelli legati al sovraccarico ferroviario, è stato posto, conformemente a quanto prescritto nella normativa:

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

**$\Psi_2 = 0.2$  (Combinazioni SISMICHE/ECCEZIONALI)**

Per il dettaglio dei coefficienti parziali e di combinazione considerati per le diverse azioni in ciascuna delle combinazioni di Calcolo esaminate, si faccia riferimento a quanto riportato nell'Allegato di calcolo.

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b> PAGINA <b>52 di 119</b>

## 12 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Come descritto in precedenza si riportano a seguire le verifiche dei muri tipo F\* e tipo G\* per le combinazioni dimensionanti, per i dettagli delle verifiche si rimanda ad allegato di calcolo.

### 12.1 VERIFICHE MURI TIPO F\*-G\* (HMAX=9.00 M)

Le immagini seguenti illustrano la configurazione geometrica e la stratigrafia dei terreni relative del muro in oggetto. L'azione eccezionale da urto considerata è pari a 187.5 kN/m come indicato in precedenza.

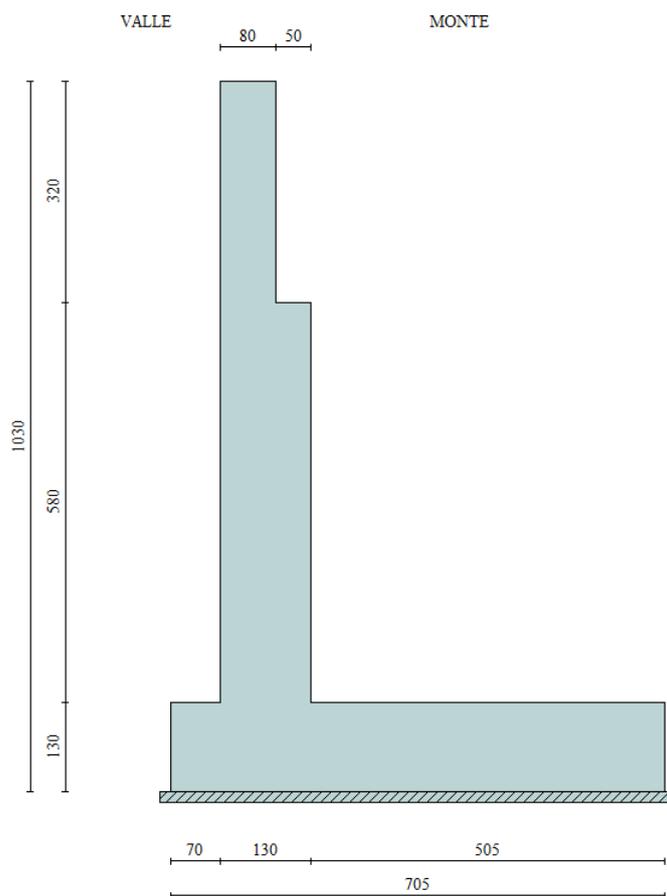


Figura 13: Geometria e dimensioni

<b>APPALTATORE:</b> <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>					
<b>PROGETTISTA:</b> <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>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>PROGETTO</b> <b>IF1M</b>	<b>LOTTO</b> <b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI.04.B0.001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>PAGINA</b> <b>53 di 119</b>	

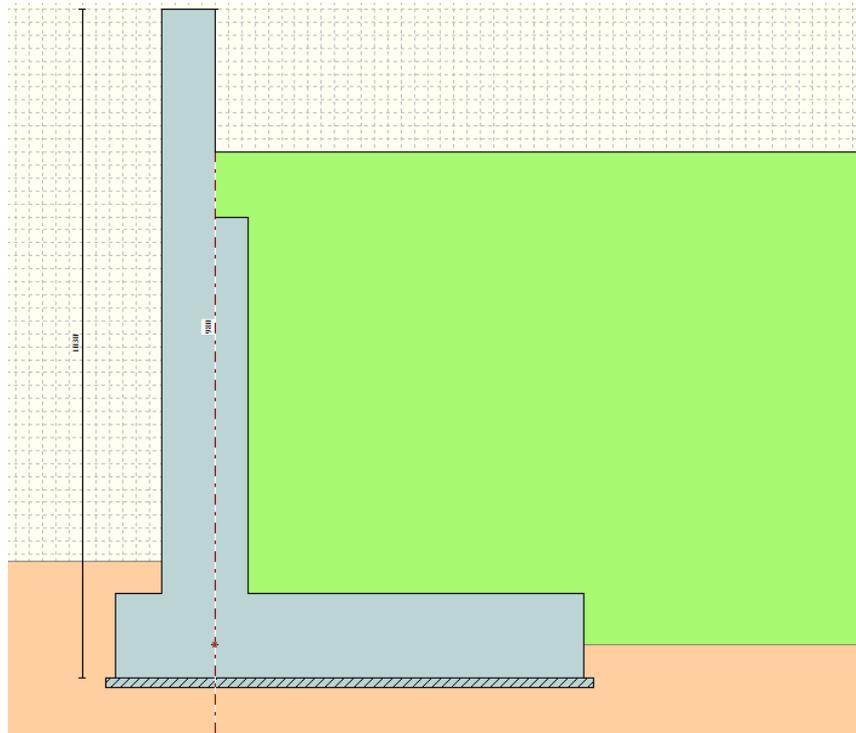


Figura 14: Profilo del terreno

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>54 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

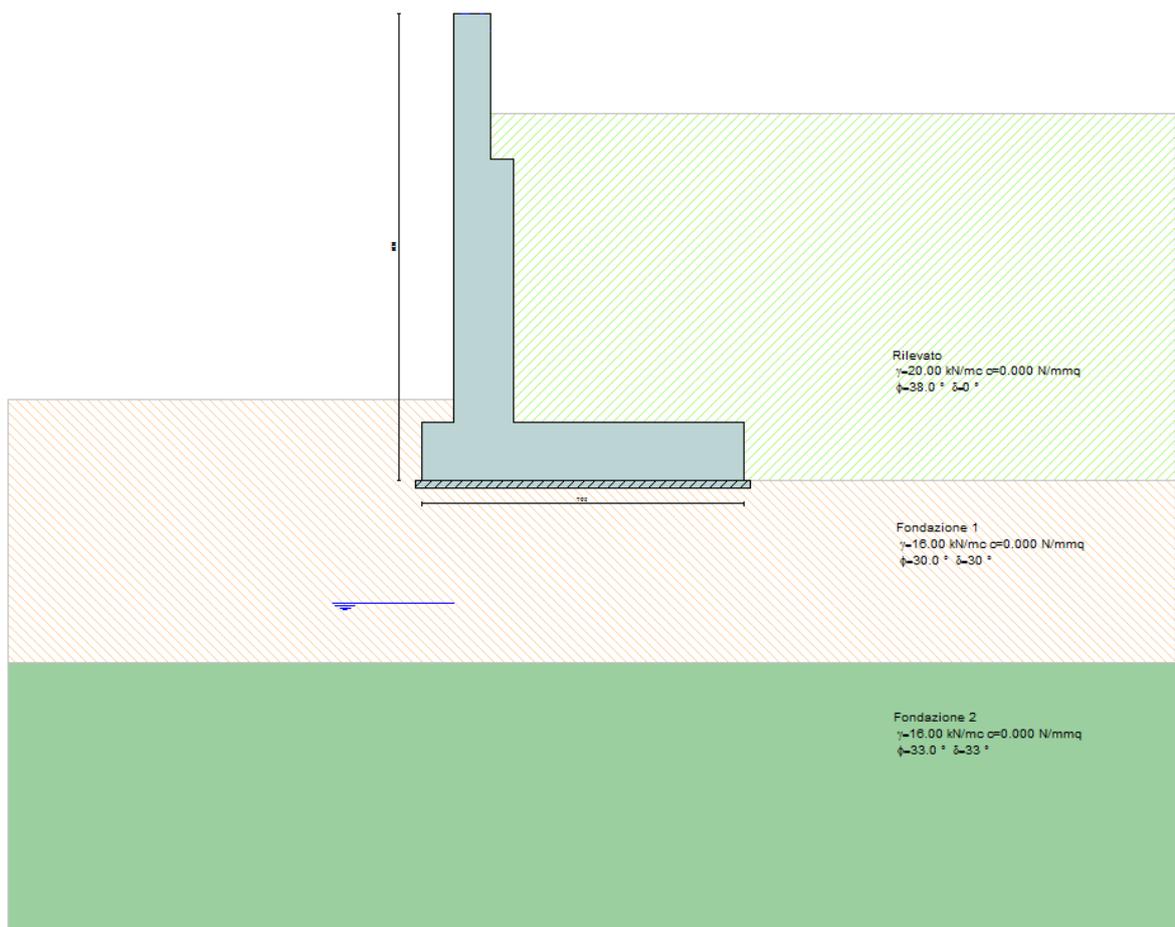


Figura 15: Stratigrafia del terreno e posizionamento falda (Lmax=-2.70m da p.c.)

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>55 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

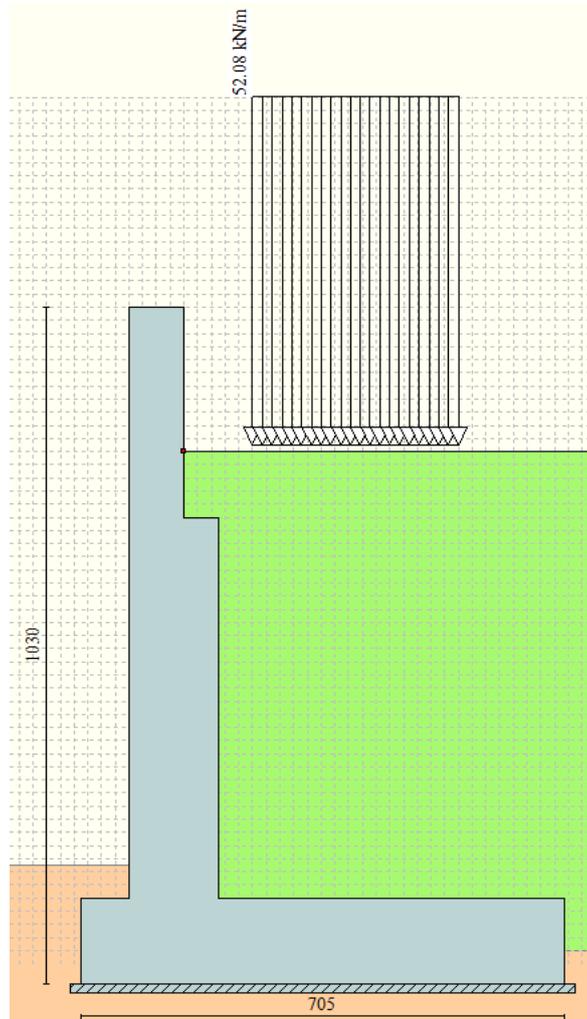


Figura 16: Sovraccarico da traffico ferroviario

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>56 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

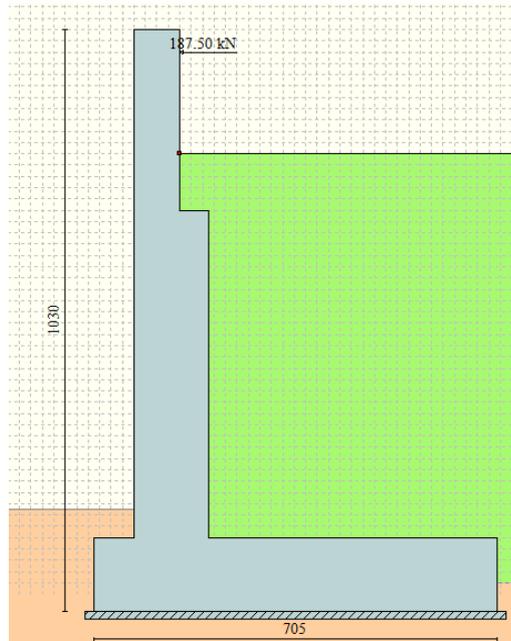


Figura 17: Urto da deragliamento del treno

Con riferimento alla Figura precedente, si fa presente che l'azione da urto ferroviario applicata tiene conto della diffusione del carico, in una sola direzione, considerando un'altezza di diffusione pari a quella del paramento, secondo i criteri descritti nel par.9.5.

La condizione analizzata è impiegata per la verifica sotto l'azione eccezionale dell'urto, della sezione di spiccato del paramento ( $s=130\text{cm}$ ) e cautelativamente di tutte le sezioni sovrastanti del paramento, con medesimo spessore.

Per la verifica della condizione eccezionale in corrispondenza della risega ( $s=80\text{cm}$ ), si faccia riferimento all'analisi specifica riportata nella trattazione a seguire.

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>57 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

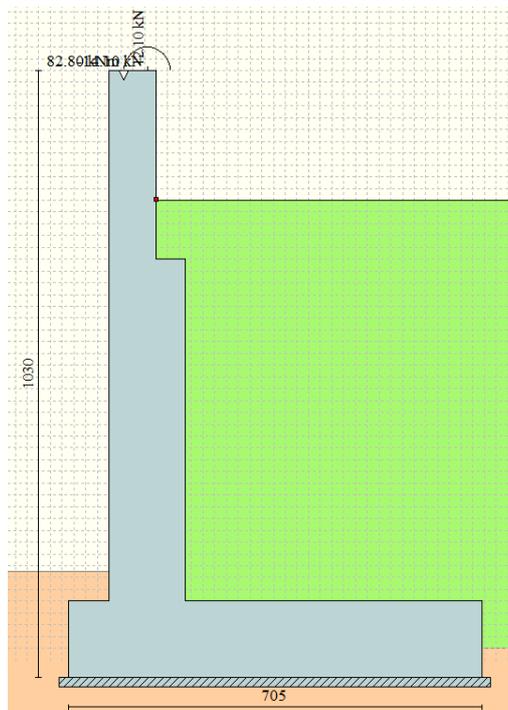


Figura 18: Carichi connessi alla presenza del palo TE

Di seguito sono riassunte le verifiche geotecniche effettuate sull'opera in esame.

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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    58 di 119</b>	

### 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 (quilt)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3.76	6.52	--	202.7353	0.0000
2	A1-M1 - [1]	--	--	4.87	5.57	--	202.7353	0.0000
3	A1-M1 - [1]	--	--	4.42	6.16	--	202.7353	0.0000
4	A1-M1 - [1]	--	--	4.21	5.85	--	202.7353	0.0000
5	A2-M2 - [1]	--	--	2.95	3.30	--	201.3767	0.0000
6	EQU - [1]	--	5.82	--	--	--	221.5143	0.0000
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1.98	201.3767	0.0000
8	A1-M1 - [2]	--	--	4.94	5.54	--	202.7353	0.0000
9	A1-M1 - [2]	--	--	4.49	6.13	--	202.7353	0.0000
10	A1-M1 - [2]	--	--	5.60	5.23	--	202.7353	0.0000
11	A1-M1 - [2]	--	--	5.15	5.73	--	202.7353	0.0000
12	A2-M2 - [2]	--	--	3.45	3.13	--	201.3767	0.0000
13	EQU - [2]	--	7.34	--	--	--	221.5143	0.0000
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1.91	201.3767	0.0000
15	A1-M1 - [3]	--	--	3.97	5.99	--	202.7353	0.0000
16	A1-M1 - [3]	--	--	3.78	5.66	--	202.7353	0.0000
17	A1-M1 - [3]	--	--	3.37	6.29	--	202.7353	0.0000
18	A1-M1 - [3]	--	--	4.38	5.42	--	202.7353	0.0000
19	A2-M2 - [3]	--	--	2.72	3.21	--	201.3767	0.0000
20	EQU - [3]	--	6.41	--	--	--	221.5143	0.0000
21	STAB - [3]	--	--	--	--	1.98	201.3767	0.0000
22	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	2.48	4.72	--	155.9502	38.9337
23	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	2.38	4.99	--	155.9502	24.8021
24	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.68	2.11	--	201.3767	45.4549
25	A2-M2 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.62</b>	2.23	--	201.3767	27.1857
26	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	<b>3.29</b>	--	--	--	201.3767	27.1857
27	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	3.86	--	--	--	201.3767	45.4549
28	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.61	201.3767	45.4549
29	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.57	201.3767	27.1857
30	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	2.42	4.96	--	155.9502	24.8021
31	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	2.52	4.69	--	155.9502	38.9337
32	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	1.65	2.22	--	201.3767	27.1857
33	A2-M2 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	1.71	<b>2.11</b>	--	201.3767	45.4549
34	EQU - [5]	SismaH + SismaV positivo	3.94	--	--	--	201.3767	45.4549
35	EQU - [5]	SismaH + SismaV negativo	3.35	--	--	--	201.3767	27.1857
36	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.60	201.3767	45.4549
37	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.57</b>	201.3767	27.1857
38	SLEQ - [1]	--	--	5.00	7.16	--	155.9502	0.0000
39	SLEF - [1]	--	--	5.31	6.97	--	155.9502	0.0000
40	SLER - [1]	--	--	5.50	6.86	--	155.9502	0.0000

Figura 19: Verifica stabilità locale

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A2-M2 - [3]	--	--	<b>1.51</b>	<b>1.24</b>	--	201.3767	0.0000
2	EQU - [3]	--	<b>1.89</b>	--	--	--	201.3767	0.0000
3	STAB - [3]	--	--	--	--	<b>1.97</b>	201.3767	0.0000

Figura 20: Verifica stabilità locale in presenza di urto da traffico ferroviario

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO 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>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<p style="text-align: center;"><b>ASTALDI S.p.A.</b>  <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>    <b>ROCKSOIL S.p.A.</b></p>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PROGETTO</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF1M</td> <td style="text-align: center;">0.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI.04.B0.001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">59 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	59 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	59 di 119								

Le verifiche di stabilità locale (ribaltamento, scorrimento, carico ultimo), di cui si riportano i coefficienti di sicurezza nella Figura precedente, sono state eseguite secondo i criteri elencati di seguito:

- Si trascura il contributo della resistenza passiva del terreno antistante l'opera;
- Si assume pari all'unità il coefficiente moltiplicativo dell'angolo di attrito terreno di fondazione/muro, essendo il muro gettato in opera;
- Si assume pari a zero il coefficiente moltiplicativo dell'angolo di attrito terreno di riempimento/paramento.

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b> PAGINA <b>60 di 119</b>

## Verifica a stabilità globale

La combinazione di carico più gravosa ai fini della stabilità globale del sistema muro-terreno risulta essere la n°29 (GEO-STAB – Sisma presente) la verifica risulta essere soddisfatta.

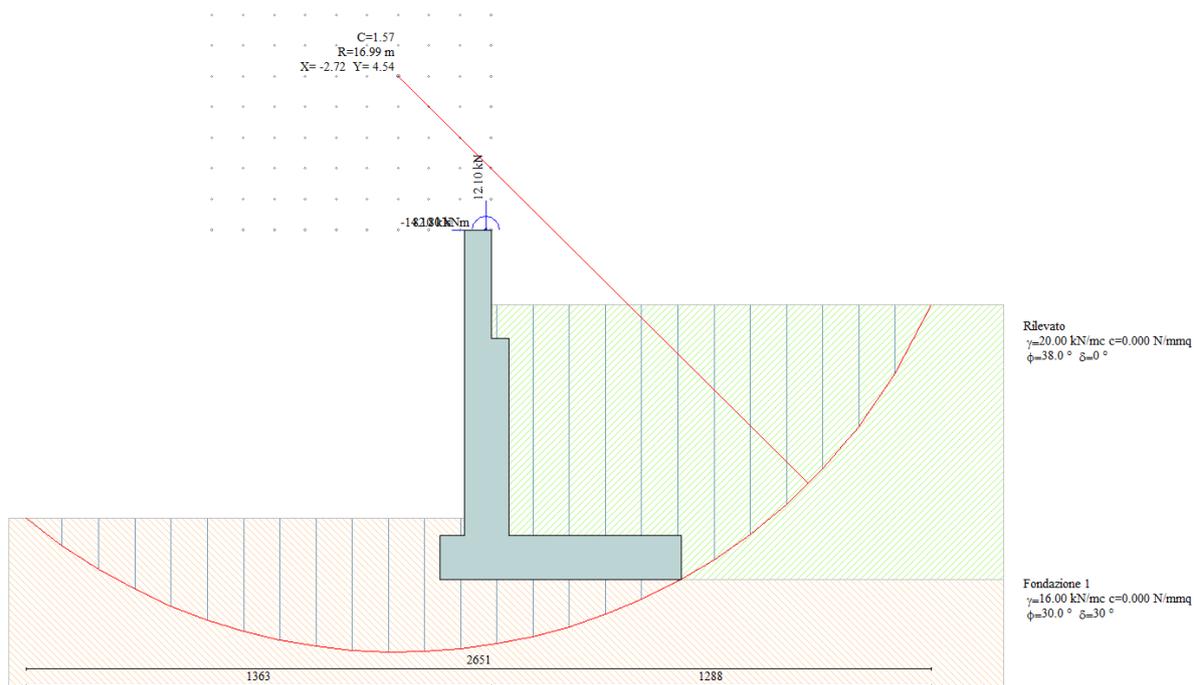


Figura 21: Stabilità globale del sistema terra-muro

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> <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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>61 di 119</b>

## Verifiche strutturali

Nelle 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:

<b>ARMATURA ELEVAZIONE (s=130cm)</b>					
Lato	n°strati	c' (cm)	n°	φ (mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
A <sub>s</sub> monte	1	7.90	10	26	53.1
A <sub>s</sub> monte**	2	13.10	5	26	26.5
A <sub>s</sub> ' valle	1	122.10	10	26	53.1

<b>ARMATURA ELEVAZIONE - RISEGA (s=80cm)</b>					
Lato	n°strati	c' (cm)	n°	φ (mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
A <sub>s</sub> monte	1	7.90	10	26	53.1
A <sub>s</sub> monte	2	13.10	5	26	26.5
A <sub>s</sub> ' valle	1	122.10	10	26	53.1

<b>ARMATURA FONDAZIONE</b>					
Lato	n°strati	c' (cm)	n°	φ (mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
A <sub>s</sub> superiore	1	7.90	10	26	53.1
A <sub>s</sub> superiore*	2	13.10	5	26	26.5
A <sub>s</sub> ' inferiore	1	122.10	10	26	53.1

\* L'infittimento con un'armatura del tipo 1φ26/20 è previsto in corrispondenza delle sezioni di fondazione a ridosso dell'attacco del paramento. Si faccia riferimento all'allegato di calcolo per maggiori dettagli.

\*\* L'infittimento con un'armatura del tipo 1φ26/20 è previsto in corrispondenza delle sezioni del paramento a ridosso dello spiccato del paramento. Si faccia riferimento all'allegato di calcolo per maggiori dettagli.

Si precisa che il valore del copriferro c' indicato nelle Tabelle precedenti fa riferimento alla distanza tra l'asse dell'armatura di forza e il filo esterno del calcestruzzo, valutata considerando in posizione esterna i ferri ripartitori del muro.

L'armatura di ripartizione prevede ferri φ16/20.

Per quanto riguarda l'armatura a taglio del muro, il calcolo non ne richiede la presenza, pertanto si provvede a disporre un'armatura minima di spilli sul paramento di φ10/20x40 e in fondazione di φ10/40x40.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<b>Mandante:</b> <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>						
<b>PROGETTISTA:</b> <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>PROGETTO</b> <b>IF1M</b>	<b>LOTTO</b> <b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI.04.B0.001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>PAGINA</b> <b>62 di 119</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione di calcolo</b>								

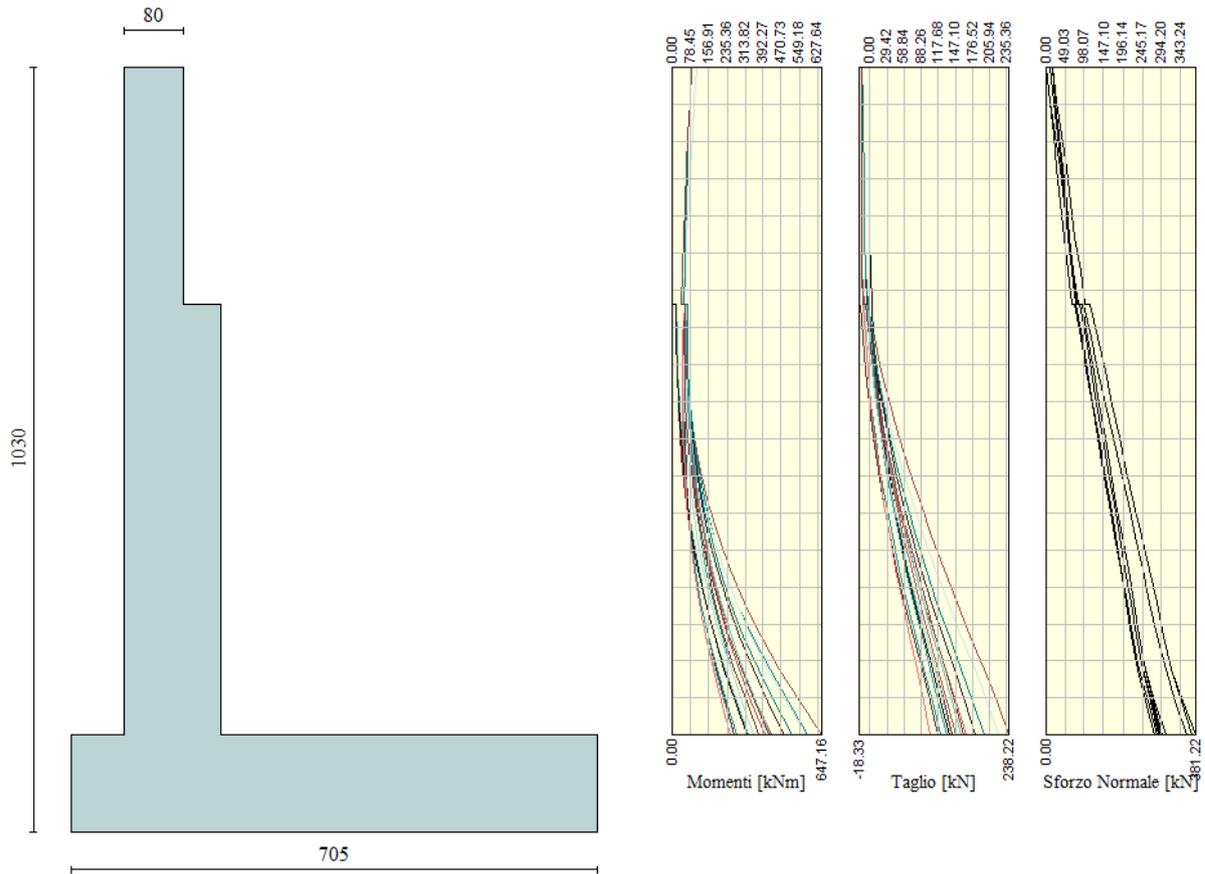


Figura 22: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (involuppo SLU)

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>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>63 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

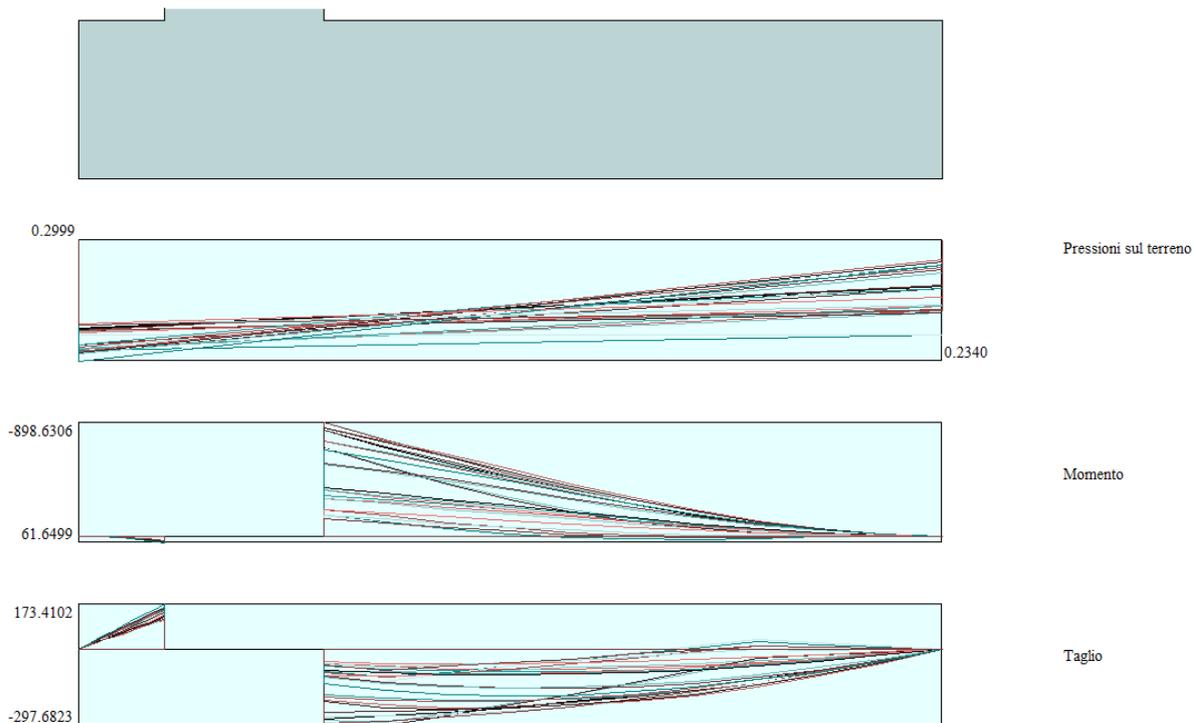


Figura 23: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLU)

Come evidente dalle sollecitazioni mostrate di seguito, la combinazione dimensionante per il muro in esame è quella eccezionale che vede la presenza dell'azione dell'urto da traffico ferroviario.

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>64 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

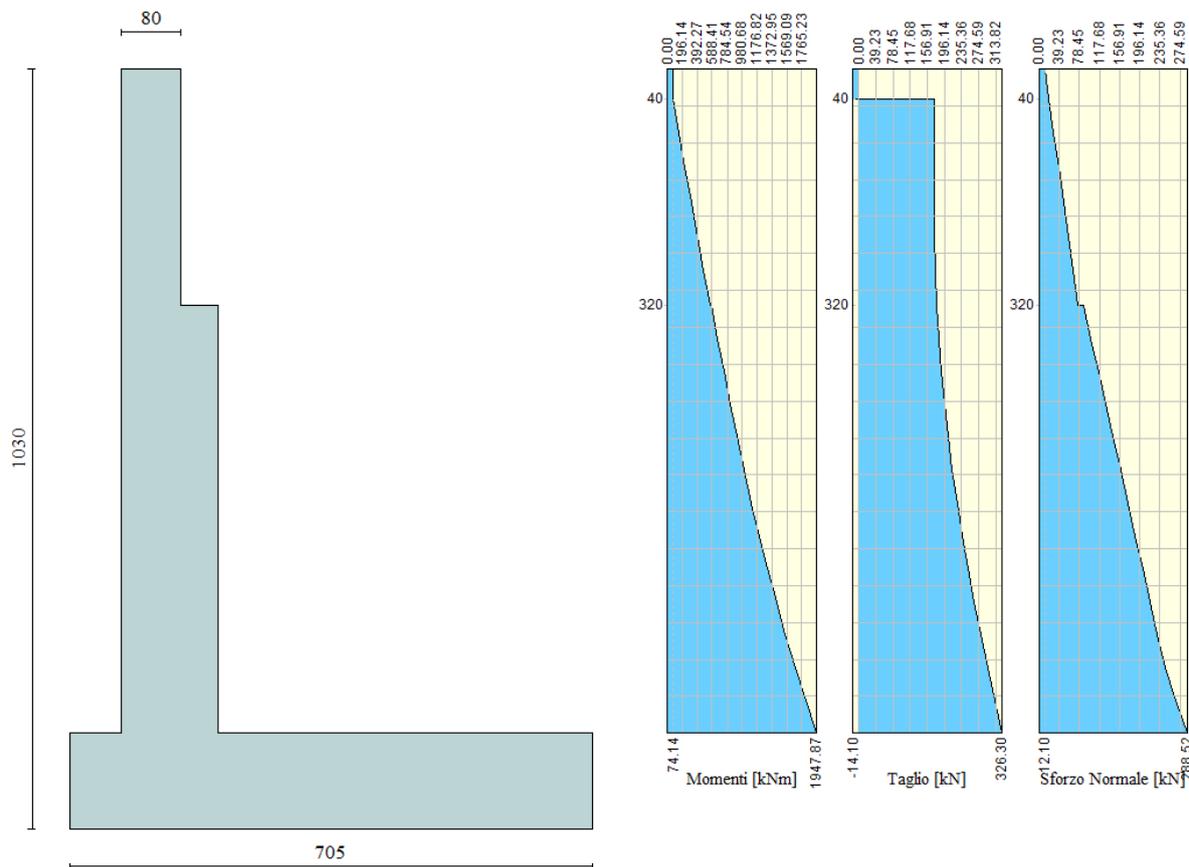


Figura 24: Sollecitazioni agenti sul paramento murario in presenza di urto da traffico ferroviario (Combinazione eccezionale)

Come anticipato, si riporta di seguito l'analisi relativa alla condizione eccezione dell'urto, in corrispondenza della sezione di base della risega.

Si considera un'azione, cautelativamente applicata in testa alla risega e diffusa solo in una direzione (estremità del muro) per tutta l'altezza della risega ( $H=3.20\text{m}$ ). Risultano, sulla sezione di base della risega, considerando una striscia di calcolo di  $1\text{m}$ , le seguenti sollecitazioni di taglio  $T$  e momento flettente  $M$ :

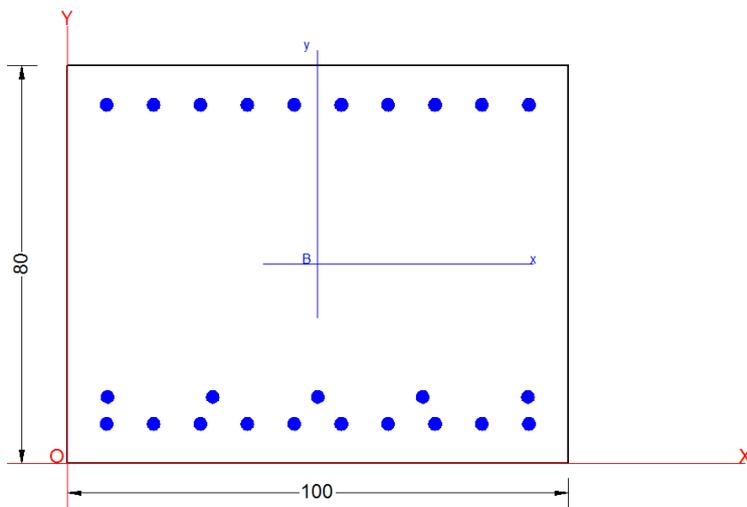
$$T = \text{Furto} = 1500 / (H=3.20\text{m} \times \tan 45^\circ) = 469 \text{ kN/m}$$

$$M = \text{Furto} \times H = 1500 \text{ kNm/m}$$

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 65 di 119</b>

Alle sollecitazioni dedotte, si aggiunge, per la combinazione eccezionale, lo sforzo normale dato dal peso proprio dell'elemento ( $s=0.80m$ ).

Di seguito, la verifica della sezione di base della risega, per la combinazione eccezionale dell'urto.



#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40

ACCIAIO - Tipo: B450C

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	80.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	80.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	92.1	7.9	26
2	7.9	7.9	26
3	92.1	72.1	26
4	7.9	72.1	26
5	8.1	13.3	26
6	91.9	13.3	26

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>									
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>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>66 di 119</b>				

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	3	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	64.00	1500.00	0.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	64.00	1864.84	-0.88	63.77	2017.42	0.00	1.345	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    67 di 119</b>	

Ys min    Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max    Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max    Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max    Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00631	100.0	80.0	0.00124	92.1	72.1	-0.01712	7.9	7.9

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c    Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d    Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid.    Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000286005	-0.019380421	----	----

SEZIONE				IPOTESI 1    Cot $\phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$	
b <sub>w</sub>	=	100	cm	Armatura trasversale	
h	=	80	cm	V <sub>Rsd</sub> =	643.09 (KN)
c	=	5.6	cm		$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
d	=	h-c	= 74.4 cm	V <sub>Rcd</sub> =	2171.97 (KN)
MATERIALI					$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	V <sub>Rd</sub> =	643.09 (KN)
					min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa	IPOTESI 2    Cot $\phi = 1$ $\phi = 45^\circ$	
γ <sub>c</sub>	=	1.5		Armatura trasversale	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa	V <sub>Rsd</sub> =	257.23 (KN)
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa	V <sub>Rcd</sub> =	3149.35 (KN)
				V <sub>Rd</sub> =	257.23 (KN)
					min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
ARMATURE A TAGLIO				IPOTESI 3    Cot $\phi$ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>Rcd</sub> : Rottura bilanciata	
ø <sub>st</sub>	=	10		cot(θ) =	4.85 (calcolato)
braccia	=	5			cot(θ) = 2.50 (limitato)
ø <sub>st2</sub>	=	0		θ =	11.66 °
braccia	=	0		V <sub>Rsd</sub> =	1246.63 (KN)
passo	=	40	cm		$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
(A <sub>sw</sub> /s)	=	9.817	cm <sup>2</sup> /m	V <sub>Rcd</sub> =	1246.63 (KN)
α	=	90	° (90° staffe verticali)	V <sub>Rd</sub> =	1246.63 (KN)
					0,9 · d · b <sub>w</sub> · α <sub>c</sub> · f'_{cd} · (ctgα + ctgθ) / (1 + ctg <sup>2</sup> θ)
ARMATURE LONGITUDINALI				MASSIMO TAGLIO RESISTENTE	
ø	=			V <sub>Rd</sub> =	643 (KN)
Numero	=				
A <sub>sl</sub>	=	0.000	cm <sup>2</sup>		
TAGLIO AGENTE	V <sub>Ed</sub> =		(KN)		
SFORZO NORMALE	N <sub>Ed</sub> =		(KN)		

Le verifiche a pressoflessione e taglio della sezione di base della risega, sotto la combinazione eccezionale dell'urto, risultano soddisfatte.

Per le verifiche di tutte le altre sezioni di calcolo (s=130cm), sotto la combinazione eccezionale dell'urto, si faccia riferimento a quanto riportato dal software di calcolo, nell'Allegato di calcolo.

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>68 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

Si riprende di seguito la trattazione relativa ai risultati ottenuti dal software in termini di sollecitazioni agenti sul muro in esame.

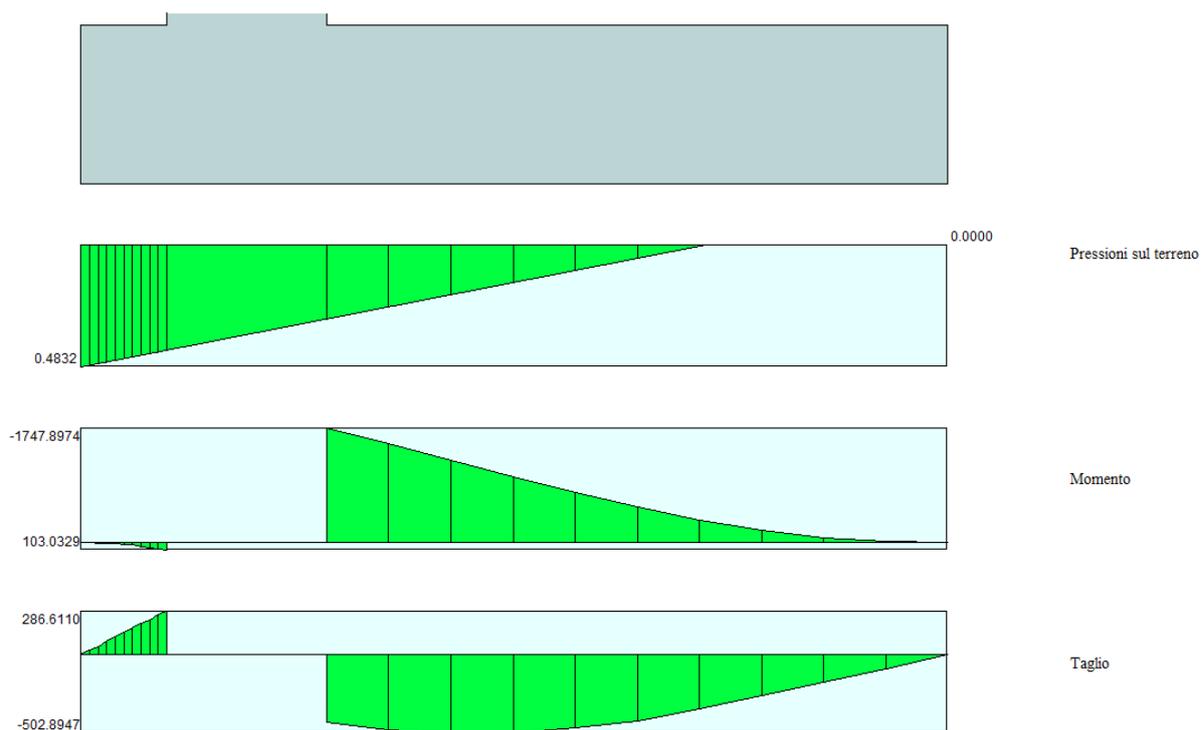


Figura 25: Sollecitazioni agenti in fondazione in presenza di urto da traffico ferroviario (Combinazione eccezionale)

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 69 di 119</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>				

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

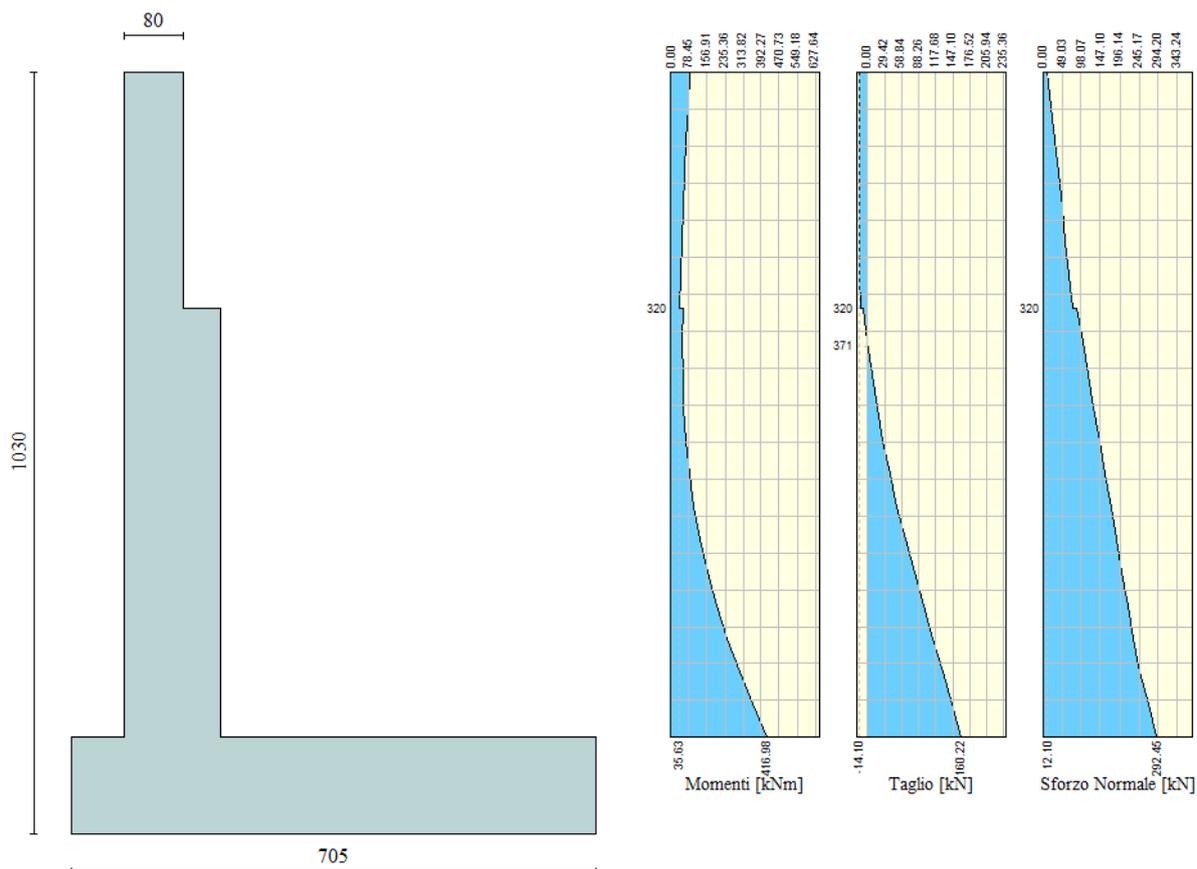


Figura 26: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLE)

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>70 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

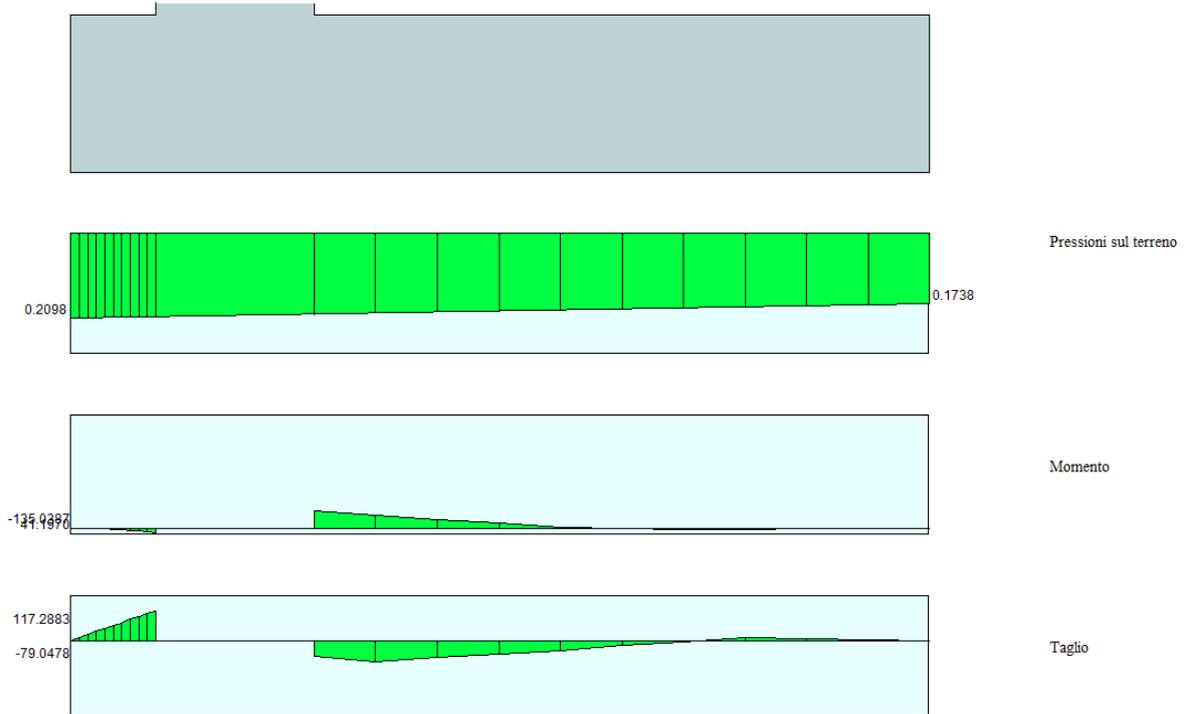


Figura 27: Sollecitazioni agenti in fondazione (involuppo SLE)

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>71 di 119</b>

## 12.2 VERIFICHE MURO D'ALA-SEZIONE X-X (HMAX=9.00M)

Nel presente paragrafo, con riferimento alla combinazione di carico da deragliamento del treno con direzione parallela alla direzione di marcia ed impatto sul muro d'ala, si eseguono le verifiche strutturali sul paramento del muro d'ala, in corrispondenza della sezione maggiormente sollecitata, quella di spiccato (s=130cm).

Si considera un'azione, applicata a 1.80m dal P.F. e diffusa solo in una direzione (estremità del muro d'ala) per tutta l'altezza del muro (rispetto al punto di applicazione della forza  $H_{diff}=8.60m$ ).

Risultano, sulla sezione di base del muro d'ala, considerando una striscia di calcolo di 1m, le seguenti sollecitazioni di taglio T e momento flettente M dovute all'urto:

$$T_{urto} = Furto = 4000 / (H=8.60m \times \tan 45^\circ) = 465 \text{ kN/m}$$

$$M_{urto} = Furto \times H = 4000 \text{ kNm/m}$$

Le azioni concomitanti a quella d'urto, come analizzato in precedenza, sono il peso proprio del muro, la spinta delle terre e la spinta indotta dai sovraccarichi accidentali ( $\psi_2=0.2$ ).

$$T_{spinta\ terre} = 1/2 k_a \gamma H_{spinta}^2 = 1/2 (1 - \sin \phi / 1 + \sin \phi) 20 \cdot 5.80^2 = 80 \text{ kN/m}$$

$$M_{spinta\ terre} = T_{spinta\ terre} \times H_{spinta} / 3 = 155 \text{ kNm/m}$$

$$T_{spinta\ acc.} = k_a q = 12.4 \text{ kN/m}$$

$$M_{spinta\ acc.} = T_{spinta\ acc.} \times H_{spinta} / 2 = 36 \text{ kNm/m}$$

Alle sollecitazioni dedotte, si aggiunge, per la combinazione eccezionale, lo sforzo normale dato dal peso proprio dell'elemento in corrispondenza della sezione di verifica:

$$N = 292.5 \text{ kN/m}$$

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>72 di 119</b>

Si ottiene, in definitiva, il seguente gruppo di sollecitazioni di calcolo, per la combinazione in esame:

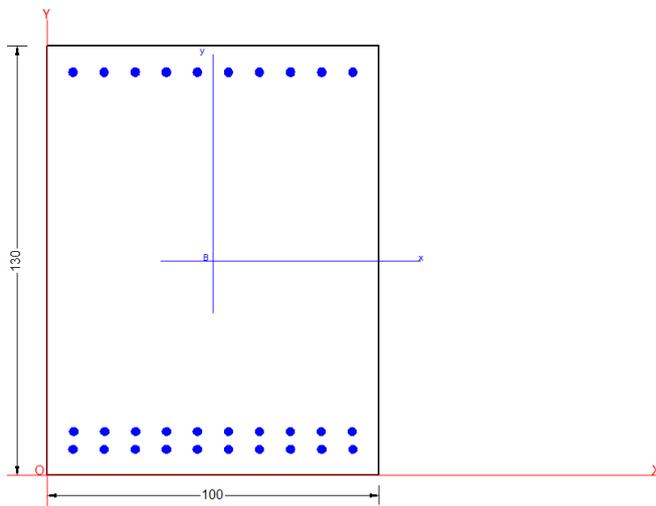
$$T_{tot} = 465 + 80 + 0.2 * 12.4 = 548 \text{ kN/m}$$

$$M_{tot} = 4000 + 155 + 0.2 * 36 = 4162 \text{ kNm/m}$$

$$N = 292.5 \text{ kN/m}$$

Di seguito, le verifiche strutturali della sezione in esame, in cui si prevede la seguente armatura:

ARMATURA ELEVAZIONE – MURO D'ALA (s=130cm)					
Lato	n°strati	c' (cm)	n°	φ (mm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
A <sub>s</sub> monte	1	7.90	10	26	53.1
A <sub>s</sub> monte	2	13.10	10	26	53.1
A <sub>s</sub> ' valle	1	122.10	10	26	53.1



#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40

ACCIAIO - Tipo: B450C

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>
					REV.	PAGINA
					<b>C</b>	<b>73 di 119</b>

Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	130.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	130.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	92.1	7.9	26
2	7.9	7.9	26
3	92.1	122.1	26
4	7.9	122.1	26
5	8.1	13.3	26
6	91.9	13.3	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	292.00	4162.00	0.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>74 di 119</b>

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	292.00	4420.33	-10.22	292.21	4825.83	0.00	1.159	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00833	100.0	130.0	0.00182	92.1	122.1	-0.02242	7.9	7.9

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000212275	-0.024095796	----	----

Per quanto riguarda l'armatura a taglio del muro, si provvede a disporre un'armatura di spilli sul paramento di  $\phi 10/20 \times 40$ .

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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    75 di 119</b>	

<b>SEZIONE</b>			
b <sub>w</sub>	=	100	cm
h	=	130	cm
c	=	5.6	cm
d	=	h-c	= 124.4 cm
<b>MATERIALI</b>			
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa
γ <sub>c</sub>	=	1.5	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa
f <sub>cd</sub>	=	0.85x f <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>			
ø <sub>st</sub>	=	10	
braccia	=	2.5	
ø <sub>st2</sub>	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	20	cm
(A <sub>sw</sub> / s)	=	9.817	cm <sup>2</sup> / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>			
ø	=		
Numero	=		
A <sub>sl</sub>	=	0.000	cm <sup>2</sup>
<b>TAGLIO AGENTE</b> V <sub>Ed</sub> = 548 (KN)			
<b>SFORZO NORMALE</b> N <sub>Ed</sub> = (KN)			
<b>IPOTESI 1</b> Cot ϕ = 2.5    ϕ = 21.8°			
<b>Armatura trasversale</b>			
V <sub>Rsd</sub>	=	1075.27 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V <sub>Rcd</sub>	=	3631.62 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V <sub>Rd</sub>	=	1075.27 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
<b>IPOTESI 2</b> Cot ϕ = 1    ϕ = 45°			
<b>Armatura trasversale</b>			
V <sub>Rsd</sub>	=	430.11 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V <sub>Rcd</sub>	=	5265.85 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V <sub>Rd</sub>	=	430.11 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
<b>IPOTESI 3</b> Cot ϕ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>Rcd</sub> ; Rottura bilanciata			
cot(θ)	=	4.85 (calcolato)	cot(θ) = 2.50 (limitato)
θ	=	11.66 °	
V <sub>Rsd</sub>	=	2084.41 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V <sub>Rcd</sub>	=	2084.41 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V <sub>Rd</sub>	=	2084.41 (KN)	
<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
V <sub>Rd</sub>	=	1075 (KN)	

Le verifiche risultano soddisfatte.

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 76 di 119</b>

## 12.3 VERIFICHE MURI TIPO F1\* (HMAX=8.63 M)

### 12.3.1 MODELLAZIONE STRUTTURALE

#### Codice di calcolo

L'analisi della struttura ad 'U' è stata condotta con il programma agli elementi finiti STRAUS7, facendo riferimento agli assi baricentrici degli elementi schematizzati con elementi "beam".

#### Modello di calcolo

Le analisi sono state condotte per una striscia di struttura di lunghezza unitaria, implementando un modello di calcolo bidimensionale in condizioni di deformazione piana. La struttura è definita sulla base degli assi baricentrici degli elementi. La fondazione è schematizzata come una trave su suolo elastico alla Winkler non reagente a trazione, il calcolo della costante di sottofondo è riportata nella trattazione a seguire.

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle seguenti figure.

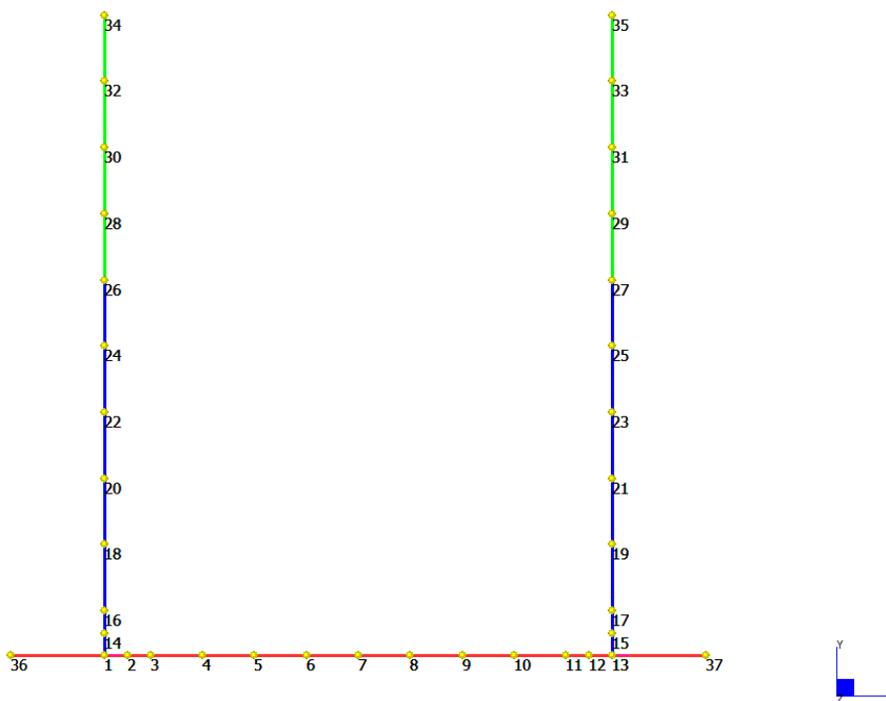


Figura 1 Modello F.E.M struttura - numerazione nodi

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b> PAGINA <b>77 di 119</b>

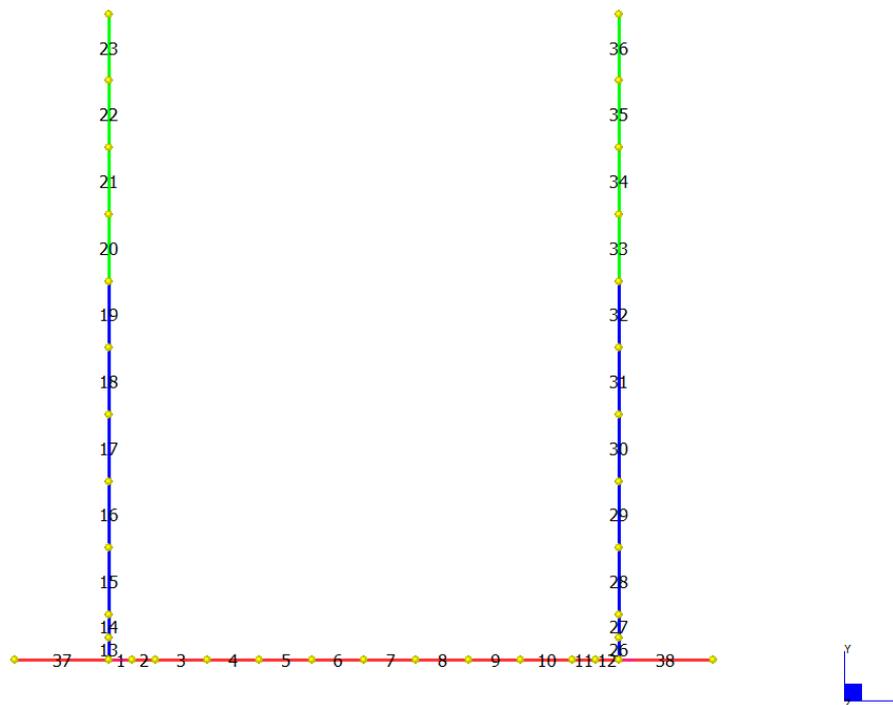


Figura 2 Modello F.E.M. struttura – numerazione aste

### Interazione terreno-struttura

Nelle analisi strutturali, per la determinazione del coefficiente di sottofondo alla Winkler si è fatto riferimento alla seguente relazione:

$$k_s = \frac{E}{B(1 - \nu^2)c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson 0.3;

B = larghezza della fondazione;

$c_t$  = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler:

Fondazione Rigida	$c_t$
Rettangolare con $L/B \geq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$

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>				
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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b> PAGINA <b>78 di 119</b>

Rettangolare con $L/B > 10$	$ct = 2 + 0.0089 (L/B)$
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Nel caso in esame  $k_s$  risulta pari a **10570** kN/mq  
ottenuto assumendo cautelativamente un modulo elastico del terreno di fondazione pari a 20MPa.

### 12.3.2 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori massimi delle caratteristiche delle sollecitazioni ricavati per le sezioni oggetto di verifica.

Di seguito è riportato l'involuppo delle sollecitazioni flettenti e taglianti allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio. Le unità di misura adottate nei diagrammi seguenti sono kN-m.

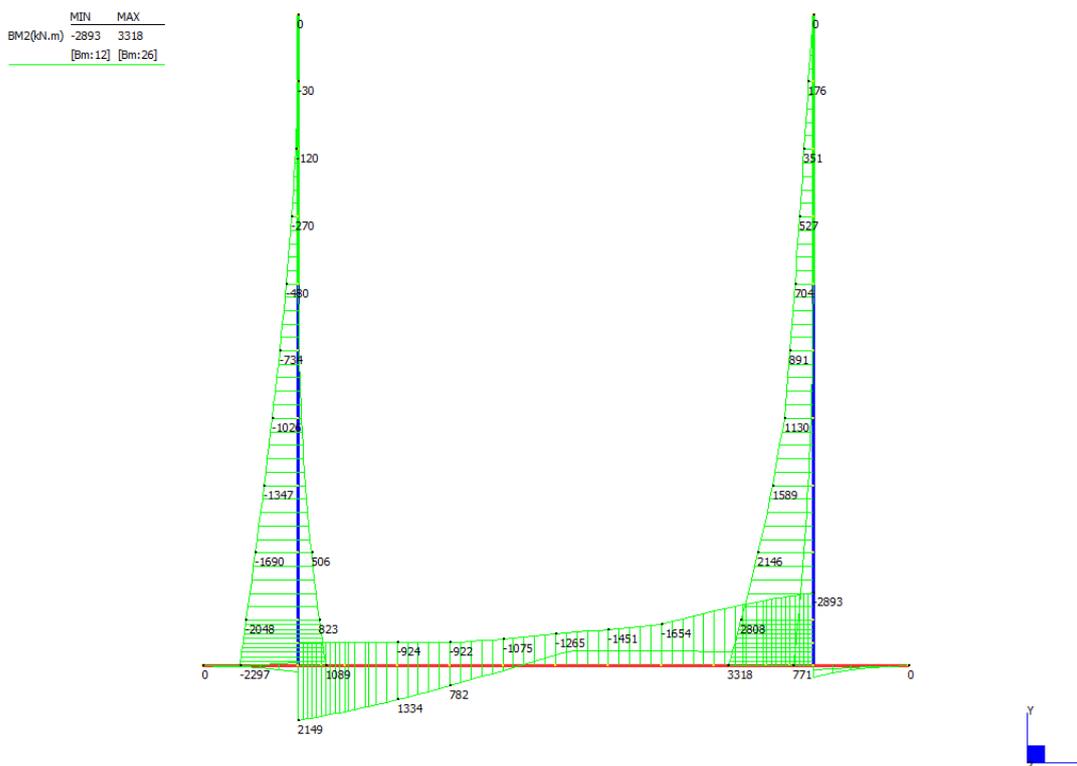


Figura 3: Involuppo SLU/Sisma/Esceez.: Momenti flettenti

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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>79 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

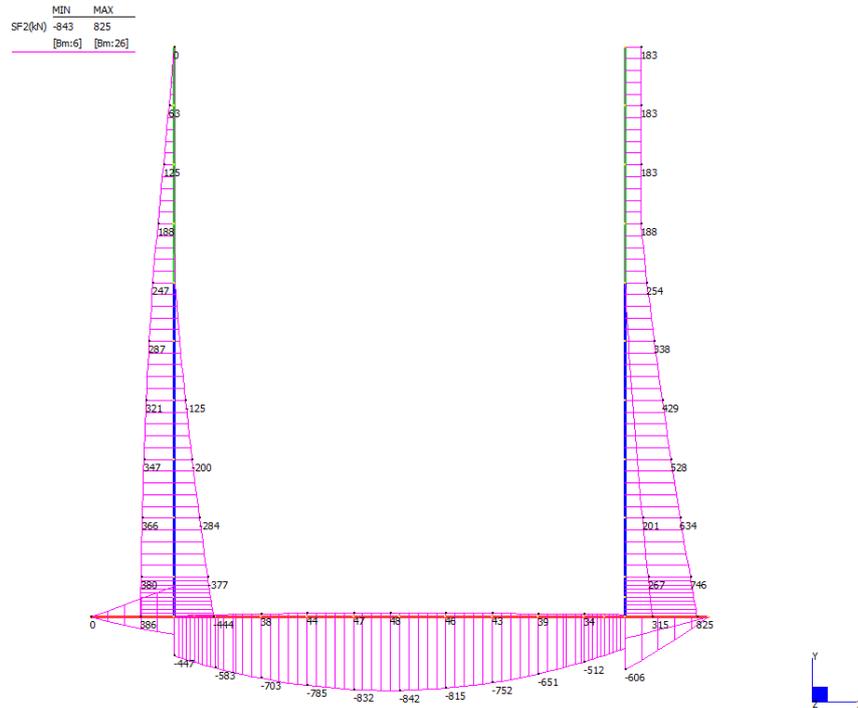


Figure 4: Inviluppo SLU/Sisma/Eccez.: sollecitazioni taglianti

	MIN	MAX
AxForce(kN)	-336	0
	[Bm:13]	[Bm:23]

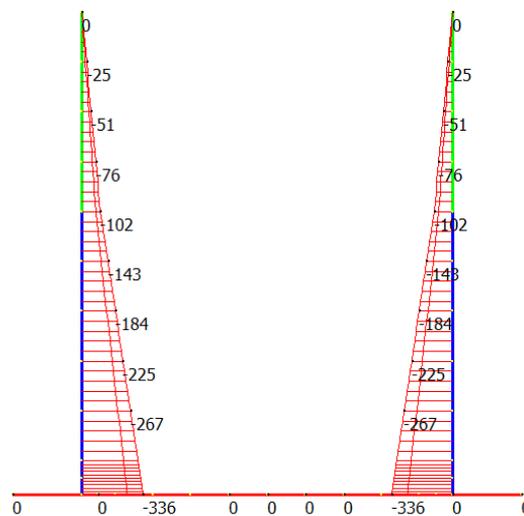


Figura 28: Inviluppo SLU/Sisma/Eccez.: sforzo normale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO 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.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>80 di 119</b>
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>								

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-644	771
	[Bm:7]	[Bm:13]

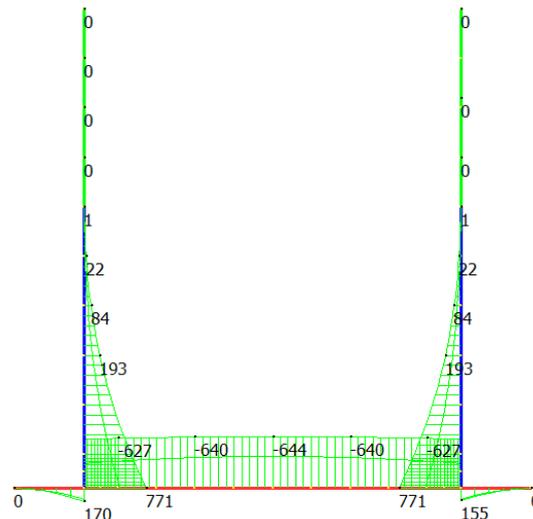


Figura 5: Involuppo SLE: Momenti flettenti

	MIN	MAX
AxForce(kN)	-249	0
	[Bm:13]	[Bm:23]

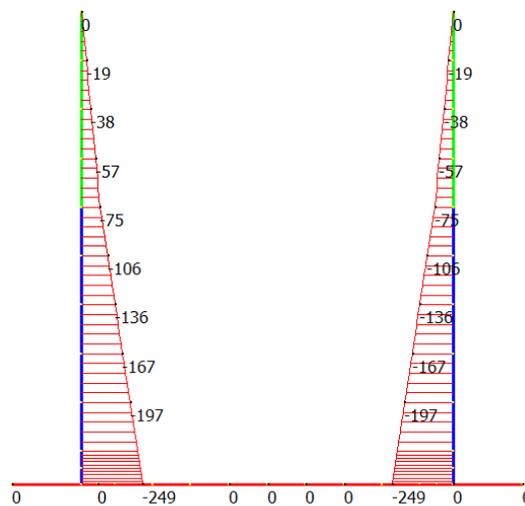


Figura 29: Involuppo SLE: sforzo normale

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>81 di 119</b>

Secondo quanto già discusso nell'analisi dei muri tipo F\*-G\*, i diagrammi di involuppo delle sollecitazioni esibiti sopra, relativamente allo Stato Limite Ultimo, considerano la combinazione eccezionale con azione d'urto valutata con un'altezza di diffusione pari a quella del paramento. Le sollecitazioni dedotte in questo modo sono le massime ottenibili in corrispondenza della sezione di spiccato del muro (s=130cm).

Per la verifica della condizione eccezionale in corrispondenza della risega (s=80cm), si considera un'azione, cautelativamente applicata in testa alla risega e diffusa solo in una direzione (estremità del muro) per tutta l'altezza della risega (H=3.20m). Risultano, sulla sezione di base della risega, considerando una striscia di calcolo di 1m, le seguenti sollecitazioni di taglio T e momento flettente M:

$$T = \text{Furto} = 1500 / (H=3.20\text{m} \times \tan 45^\circ) = 469 \text{ kN/m}$$

$$M = \text{Furto} \times H = 1500 \text{ kNm/m}$$

Alle sollecitazioni dedotte, si aggiunge, per la combinazione eccezionale, lo sforzo normale dato dal peso proprio dell'elemento (s=0.80m).

Di seguito si riportano i valori delle sollecitazioni dimensionanti per l'involuppo delle combinazioni di carico relative a tutte le sezioni di verifica.

FOND_MEZZ	<b>N</b> (KN)	<b>Mx</b> (KNm)	<b>Vy</b> (KNm)
SLU	0	-1451	-843
SLE RARA	0	-644	48
SLE FREQUENTE	0	0	0
SLE QUASI PERM.	0	-400	10

FOND_INC	<b>N</b> (KN)	<b>Mx</b> (KNm)	<b>Vy</b> (KNm)
SLU	0	-2766	-583
SLE RARA	0	-627	46
SLE FREQUENTE	0	0	0
SLE QUASI PERM.	0	-341	46

PIEDR_PIEDE	<b>N</b> (KN)	<b>Mx</b> (KNm)	<b>Vy</b> (KNm)
SLU	-223	3056	322

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>82 di 119</td> </tr> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	82 di 119								

SLE RARA	-223	403	-
SLE FREQUENTE	0	0	-
SLE QUASI PERM.	-178	384	-

PIEDR_TESTA (base risega)	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>Vy</b>
	<i>(KN)</i>	<i>(KNm)</i>	<i>(KNm)</i>
SLU	64	1500	469
SLE RARA	64	0	-
SLE FREQUENTE	0	0	-
SLE QUASI PERM.	0	0	-

Nel prospetto di seguito si fornisce la sintesi dell'armatura a flessione disposta:

Elemento	Sezione	Dimensioni [cm]		Flessione		
		B	H	Lato terra	Lato interno	
PIEDRITTI	MEZZERIA	100	x	130	10Ø26	10Ø26
	PIEDE				10Ø26+5Ø26	10Ø26+5Ø26
SOLETTA INF.	INCASTRO	100	x	130	10Ø26+5Ø26	10Ø26+5Ø26
	MEZZERIA				10Ø26	10Ø26
PIEDRITTI (Risega)	PIEDE	100	X	80	10+5 Ø26	10 Ø26

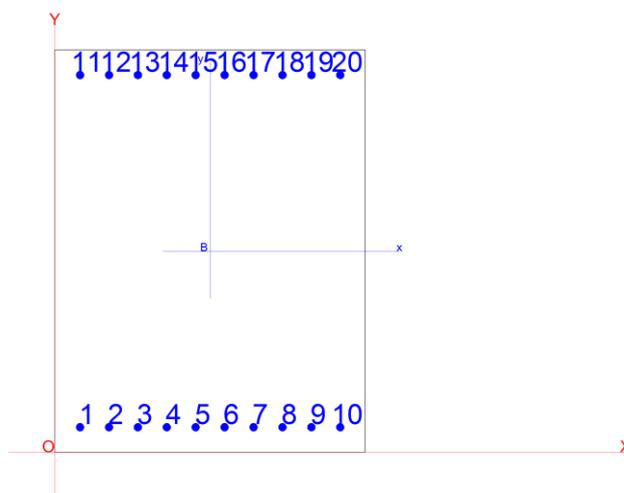
Per quanto riguarda l'armatura a taglio del muro si provvede a disporre un'armatura di spilli sui piedritti di  $\phi 12/20 \times 40$ , di  $\phi 10/20 \times 40$  in corrispondenza della risega e in fondazione di  $\phi 12/20 \times 40$ .

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>					
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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>83 di 119</b>

## 12.4 VERIFICHE STRUTTURALI

### 12.4.1 FONDAZIONE\_Sezione di mezzeria

Nome sezione: RI04B-F1\_FOND\_MEZZ



#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: RI04B-F1\_FOND\_MEZZ

Tipologia sezione: Sezione generica  
Normativa di riferimento: N.T.C.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

##### CALCESTRUZZO -

Classe: C32/40  
Resis. compr. di calcolo fcd: 188.13 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 336428 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. media a trazione fctm: 30.99 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare: 0.200 mm  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 149.40 daN/cm<sup>2</sup>  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.200 mm

##### ACCIAIO -

Tipo: B450C\*\*  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 4582.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 3985.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.010  
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito  
Coeff. Aderenza istantaneo  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 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</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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>84 di 119</b>

Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	130.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	130.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	8.1	8.1	26
2	17.4	8.1	26
3	26.7	8.1	26
4	36.0	8.1	26
5	45.3	8.1	26
6	54.7	8.1	26
7	64.0	8.1	26
8	73.3	8.1	26
9	82.6	8.1	26
10	91.9	8.1	26
11	8.1	121.9	26
12	17.4	121.9	26
13	26.7	121.9	26
14	36.0	121.9	26
15	45.3	121.9	26
16	54.7	121.9	26
17	64.0	121.9	26
18	73.3	121.9	26
19	82.6	121.9	26
20	91.9	121.9	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N° Comb.	N	Mx	My
1	0	-86500	0
2	0	-86500	0
3	0	17500	0
4	0	-145100	0
5	0	-73300	0
6	0	-32300	0
7	0	-86500	0

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>
					REV.	PAGINA
					<b>C</b>	<b>85 di 119</b>

-	8	0	-86500	0
-	9	0	-86500	0
-	10	0	-86500	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

-		N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)	
-		Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
-		My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
-	N°Comb.	N	Mx	My
-	1	0	-64300 (-111875)	0 (0)
-	2	0	-64300 (-111875)	0 (0)
-	3	0	-46100 (-111875)	0 (0)
-	4	0	-64400 (-111875)	0 (0)
-	5	0	-47500 (-111875)	0 (0)
-	6	0	-64300 (-111875)	0 (0)
-	7	0	-64300 (-111875)	0 (0)
-	8	0	-64300 (-111875)	0 (0)
-	9	0	-64300 (-111875)	0 (0)
-	10	0	-64300 (-111875)	0 (0)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

-		N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)	
-		Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
-		My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
-	N°Comb.	N	Mx	My
-	1	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	2	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	3	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	4	0	-40000 (-111875)	0 (0)
-	5	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	6	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	7	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	8	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	9	0	-39600 (-111875)	0 (0)
-	10	0	-39600 (-111875)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

-	Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.8	cm
-	Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.7	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

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.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
<b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>86 di 119</b>

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
- N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
- Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
- My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
- N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
- Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
- My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
- Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My)
- Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
- As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	2.831	53.1(22.4)
2	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	2.831	53.1(22.4)
3	S	-2	233041	0	0	244921	0	13.995	53.1(22.4)
4	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	1.688	53.1(22.4)
5	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	3.341	53.1(22.4)
6	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	7.583	53.1(22.4)
7	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	2.831	53.1(22.4)
8	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	2.831	53.1(22.4)
9	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	2.831	53.1(22.4)
10	S	-2	-233041	0	0	-244921	0	2.831	53.1(22.4)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

- ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
- ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
- Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
- Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
- es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
- Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
- Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
- es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
- Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
- Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
1	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
2	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
3	0.00137	-0.00383	100.0	130.0	0.00062	8.1	121.9	-0.01000	8.1
4	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
5	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
6	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
7	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
8	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0
9	0.00137	-0.00383	0.0	0.0	0.00062	8.1	8.1	-0.01000	64.0

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    87 di 119</b>	

-            10    0.00137    -0.00383            0.0            0.0    0.00062            8.1            8.1    -0.01000            64.0  
121.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c    Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d        Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.     Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
2	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
3	0.000000000	0.000093282-0.010755583		0.121	0.700
4	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
5	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
6	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
7	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
8	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
9	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700
10	0.000000000	-0.0000932820.001371056		0.121	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver        S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max    Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xc max, Yc max    Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min     Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xs min, Ys min    Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.    Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.    Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre    Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12    Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
2	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
3	S	18.6	100.0	0.0	-776	36.0	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
4	S	26.0	100.0	0.0	-1084	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
5	S	19.2	100.0	0.0	-800	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
6	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
7	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
8	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
9	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	1.00
10	S	26.0	100.0	0.0	-1083	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	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</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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    88 di 119</b>	

- **COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

-  
-  
- fctm La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a

- Ver. Esito della verifica  
- S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
- S2 Minima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
- k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
- k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica  
- Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
- Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
- srm Distanza media tra le fessure [mm]  
- wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * srm$ . Valore limite tra parentesi  
- MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
- MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0
2	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0
3	S	-12.8	0	0.125	26	68	-4.8890.00016	(0.00016)	218	0.058	(0.20)	-111875	0
4	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0180.00022	(0.00022)	218	0.081	(0.20)	-111875	0
5	S	-13.2	0	0.125	26	68	-4.5470.00016	(0.00016)	218	0.059	(0.20)	-111875	0
6	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0
7	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0
8	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0
9	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0
10	S	-17.8	0	0.125	26	68	-2.0270.00022	(0.00022)	218	0.080	(0.20)	-111875	0

- **COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
2	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
3	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
4	S	16.2	100.0	0.0	-674	17.4	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
5	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
6	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
7	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
8	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
9	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50
10	S	16.0	100.0	0.0	-667	8.1	121.9	2605	53.1	9.3	0.50

- **COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-----	------	-----	----	---------	---------

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 DI VARIANTE <b>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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>89 di 119</td> </tr> </tbody> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	89 di 119								

-												
-	1	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	2	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	3	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	4	S	-11.1	0	0.125	26	68	-2.9110.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	5	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	6	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	7	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	8	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	9	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-	10	S	-11.0	0	0.125	26	68	-2.9910.00013 (0.00013)	218 0.050 (0.20)	-111875	0	
-												
-												

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI – VERIFICA A TAGLIO**

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw	=	130	cm				
h	=	100	cm				
c	=	8.1	cm				
d	=	h-c	=	91.9	cm		

MATERIALI

fywd	=	391.30	MPa				
Rck	=	40	MPa				
gc	=	1.5					
fck	=	0.83xRck	=	33.2	MPa		
fcd	=	0.85xfck/gc	=	18.81	MPa		

ARMATURE A TAGLIO

øst	=	12					
braccia	=	2.5					
øst2	=	0					
braccia	=	0					
passo	=	20	cm				
(Asw / s)	=	14.137	cm <sup>2</sup> / m				
a	=	90	°	(90° staffe verticali)			

ARMATURE LONGITUDINALI

øl	=	26					
Numero	=	10					

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>90 di 119</b>

$$Asl = 53.093 \text{ cm}^2$$

$$\text{TAGLIO AGENTE} \quad VEd = 843 \quad (\text{KN})$$

$$\text{SFORZO NORMALE} \quad Ned = 0 \quad (\text{KN})$$

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$$k = 1.47$$

$$v_{min} = 0.358$$

$$r_l = 0.0044$$

$$s_{cp} = 0.0000 \text{ (Mpa)}$$

$$VRd = 515.66 \text{ (KN)} \quad \geq \text{OK} \quad 427.8797369 \text{ (KN)}$$

$$VRd = 515.66 \text{ (KN)}$$

$$ac = 1.0000 \quad Ned/Ac = 0.0000 \text{ (Mpa)}$$

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

$$\text{IPOTESI 1} \quad \text{Cot } q = 2,5 \quad q = 21,8^\circ$$

Armatura trasversale

$$VRsd = 1143.87 \text{ (KN)}$$

$$VRcd = 3487.70 \text{ (KN)}$$

$$VRd = 1143.87 \text{ (KN)} \quad \min(VRsd, VRcd)$$

$$\text{IPOTESI 2} \quad \text{Cot } q = 1 \quad q = 45^\circ$$

Armatura trasversale

$$VRsd = 457.55 \text{ (KN)}$$

$$VRcd = 5057.17 \text{ (KN)}$$

$$VRd = 457.55 \text{ (KN)} \quad \min(VRsd, VRcd)$$

$$\text{IPOTESI 3} \quad \text{Cot } q \text{ in cui } VRsd=VRcd \quad \text{:Rottura bilanciata}$$

$$\text{cot}(q) = 4.59 \text{ (calcolato)} \quad \text{cot}(q) = 2.50 \text{ (limitato)}$$

$$q = 12.28^\circ$$

$$VRsd = 2102.01 \text{ (KN)}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <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> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>91 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	91 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	91 di 119								

VRcd = 2102.01 (KN)

VRd = 2102.01 (KN)

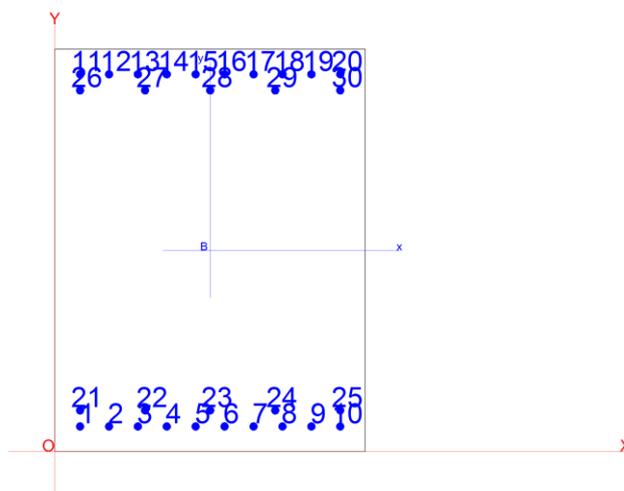
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

VRd = 1144 (KN)

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b> PAGINA <b>92 di 119</b>

## 12.4.2 FONDAZIONE\_Sezione di incastro

Nome sezione: RI04B-F1\_FOND\_INC



### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: RI04B-F1\_FOND\_INC

Tipologia sezione: Sezione generica  
Normativa di riferimento: N.T.C.

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C32/40	
Resis. compr. di calcolo fcd:	188.13	daN/cm <sup>2</sup>
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	336428	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	30.99	daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	149.40	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C**	
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	4582.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd:	3985.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.010	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>
					REV.	PAGINA
					<b>C</b>	<b>93 di 119</b>

- Forma del Dominio: Poligonale  
- Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	130.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	130.0

- **DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.1	8.1	26
2	17.4	8.1	26
3	26.7	8.1	26
4	36.0	8.1	26
5	45.3	8.1	26
6	54.7	8.1	26
7	64.0	8.1	26
8	73.3	8.1	26
9	82.6	8.1	26
10	91.9	8.1	26
11	8.1	121.9	26
12	17.4	121.9	26
13	26.7	121.9	26
14	36.0	121.9	26
15	45.3	121.9	26
16	54.7	121.9	26
17	64.0	121.9	26
18	73.3	121.9	26
19	82.6	121.9	26
20	91.9	121.9	26
21	8.1	13.3	26
22	29.1	13.3	26
23	50.0	13.3	26
24	71.0	13.3	26
25	91.9	13.3	26
26	8.1	116.7	26
27	29.1	116.7	26
28	50.0	116.7	26
29	71.0	116.7	26
30	91.9	116.7	26

- **ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

- N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
- Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
- con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
- My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
- con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-86700	0

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>
					REV.	PAGINA
					<b>C</b>	<b>94 di 119</b>

-	2	0	-86700	0
-	3	0	199400	0
-	4	0	-276600	0
-	5	0	-58500	0
-	6	0	181200	0
-	7	0	-86700	0
-	8	0	-86700	0
-	9	0	-86700	0
-	10	0	-86700	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

-		N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)	
-		Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
-		My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	

-	N°Comb.	N	Mx	My
-	1	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	2	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	3	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	4	0	-62700 (-122024)	0 (0)
-	5	0	-35300 (-122024)	0 (0)
-	6	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	7	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	8	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	9	0	-62100 (-122024)	0 (0)
-	10	0	-62100 (-122024)	0 (0)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

-		N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)	
-		Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
-		My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	

-	N°Comb.	N	Mx	My
-	1	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	2	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	3	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	4	0	-34100 (-122024)	0 (0)
-	5	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	6	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	7	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	8	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	9	0	-32700 (-122024)	0 (0)
-	10	0	-32700 (-122024)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>95 di 119</b>

- Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.8 cm  
- Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
- N Sn Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
- Mx Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
- My Sn Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
- N Ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
- Mx Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
- My Ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
- Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
- Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
- As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	4.126	79.6(22.4)
2	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	4.126	79.6(22.4)
3	S	-6	332922	0	0	357766	0	1.794	79.6(22.4)
4	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	1.293	79.6(22.4)
5	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	6.116	79.6(22.4)
6	S	-6	332922	0	0	357766	0	1.974	79.6(22.4)
7	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	4.126	79.6(22.4)
8	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	4.126	79.6(22.4)
9	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	4.126	79.6(22.4)
10	S	-6	-332922	0	0	-357766	0	4.126	79.6(22.4)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

- ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
- ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
- Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
- Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
- es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
- Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
- Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
- es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
- Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
- Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
1	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
2	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
3	0.00168	-0.00366	100.0	130.0	0.00090	8.1	121.9	-0.01000	8.1
4	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
5	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
6	0.00168	-0.00366	100.0	130.0	0.00090	8.1	121.9	-0.01000	8.1

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</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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>						PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>96 di 119</b>

-	7	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
121.9										
-	8	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
121.9										
-	9	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
121.9										
-	10	0.00168	-0.00366	0.0	0.0	0.00090	8.1	8.1	-0.01000	64.0
121.9										

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

-	a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.									
-	x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)									
-	C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue									
-	N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.					
-	1	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	2	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	3	0.000000000	0.000095822-0.010776156		0.144	0.700					
-	4	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	5	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	6	0.000000000	0.000095822-0.010776156		0.144	0.700					
-	7	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	8	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	9	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					
-	10	0.000000000	-0.0000958220.001680664		0.144	0.700					

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

-	Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
-	Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]										
-	Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
-	Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]										
-	Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
-	Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre										
-	As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
-	D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
-	Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
-	N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
-	1	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	2	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	3	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	4	S	21.2	100.0	0.0	-738	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	5	S	12.0	100.0	0.0	-416	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	6	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	7	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	8	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	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</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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>97 di 119</b>

-	9	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00
-	10	S	21.0	100.0	0.0	-731	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	1.00

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
2	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
3	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
4	S	-15.9	0	0.125	26	68	-2.7870.00015 (0.00015)	190 0.048 (0.20)	190 0.048 (0.20)	-122024 0		
5	S	-9.0	0	0.125	26	68	-10.9490.00008 (0.00008)	190 0.027 (0.20)	190 0.027 (0.20)	-122024 0		
6	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
7	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
8	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
9	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		
10	S	-15.8	0	0.125	26	68	-2.8610.00015 (0.00015)	190 0.047 (0.20)	190 0.047 (0.20)	-122024 0		

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
2	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
3	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
4	S	11.6	100.0	0.0	-402	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
5	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
6	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
7	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
8	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50
9	S	11.1	100.0	0.0	-385	8.1	121.9	2650	79.6	5.2	0.50

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    98 di 119</b>	

-            10            S            11.1    100.0            0.0    -385    8.1    121.9    2650    79.6    5.2    0.50

-            **COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**

	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
-	1	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	2	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	3	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	4	S	-8.7	0	0.125	26	68	-5.4020.00008	(0.00008)	190	0.026	(0.20)	-122024	0
-	5	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	6	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	7	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	8	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	9	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0
-	10	S	-8.3	0	0.125	26	68	-5.9620.00008	(0.00008)	190	0.025	(0.20)	-122024	0

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI – VERIFICA A TAGLIO**

VERIFICA A TAGLIO IN DIREZIONE Y

bw = 130 cm  
h = 100 cm  
c = 8.1 cm  
d = h-c = 91.9 cm

MATERIALI

fywd = 391.30 MPa  
Rck = 40 MPa  
gc = 1.5  
fck = 0.83xRck = 33.2 MPa  
fcd = 0.85xfck/gc = 18.81 MPa

ARMATURE A TAGLIO

øst = 12  
braccia = 2.5  
øst2 = 0  
braccia = 0  
passo = 20 cm  
(Asw / s) = 14.137 cm<sup>2</sup> / m  
a = 90 ° (90° staffe verticali)

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>				
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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 99 di 119</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>				

ARMATURE LONGITUDINALI

$\phi 1 = 26$   
 Numero = 15  
 Asl = 79.639 cm<sup>2</sup>

TAGLIO AGENTE VEd = 583 (KN)  
 SFORZO NORMALE Ned = 0 (KN)

ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.47  
 v<sub>min</sub> = 0.358  
 r<sub>l</sub> = 0.0067  
 scp = 0.0000 (Mpa)

VRd = 590.28 (KN) >= OK 427.8797369 (KN)  
 VRd = 590.28 (KN)  
 ac = 1.0000 Ned/Ac= 0.0000 (Mpa)

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot  $\alpha = 2,5$   $\alpha = 21,8^\circ$

Armatura trasversale

VRsd = 1143.87 (KN)

VRcd = 3487.70 (KN)

VRd = 1143.87 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot  $\alpha = 1$   $\alpha = 45^\circ$

Armatura trasversale

VRsd = 457.55 (KN)

VRcd = 5057.17 (KN)

VRd = 457.55 (KN) min (VRsd, VRcd)

IPOTESI 3 Cot  $\alpha$  in cui VRsd=VRcd :Rottura bilanciata

cot ( $\alpha$ ) = 4.59 (calcolato) cot ( $\alpha$ ) = 2.50 (limitato)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO 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>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>100 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	100 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	100 di 119								

$$q = 12.28 \text{ } ^\circ$$

$$VR_{sd} = 2102.01 \text{ (KN)}$$

$$VR_{cd} = 2102.01 \text{ (KN)}$$

$$VR_d = 2102.01 \text{ (KN)}$$

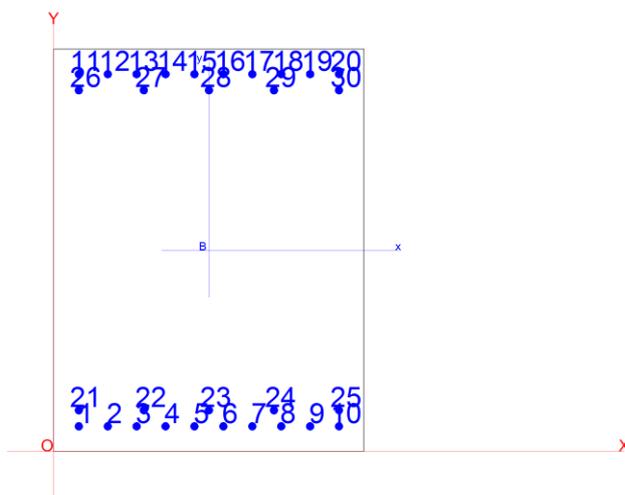
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$$VR_d = 1144 \text{ (KN)}$$

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 101 di 119</b>

### 12.4.3 PIEDRITTO\_Sezione di spiccato

Nome sezione: RI04B-F1\_PIEDR\_PIEDE



#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
ACCIAIO -	Tipo:	B450C

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	130.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	130.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.1	8.1	26
2	17.4	8.1	26
3	26.7	8.1	26
4	36.0	8.1	26
5	45.3	8.1	26
6	54.7	8.1	26
7	64.0	8.1	26
8	73.3	8.1	26
9	82.6	8.1	26

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>102 di 119</b>

10	91.9	8.1	26
11	8.1	121.9	26
12	17.4	121.9	26
13	26.7	121.9	26
14	36.0	121.9	26
15	45.3	121.9	26
16	54.7	121.9	26
17	64.0	121.9	26
18	73.3	121.9	26
19	82.6	121.9	26
20	91.9	121.9	26
21	8.1	13.3	26
22	29.1	13.3	26
23	50.0	13.3	26
24	71.0	13.3	26
25	91.9	13.3	26
26	8.1	116.7	26
27	29.1	116.7	26
28	50.0	116.7	26
29	71.0	116.7	26
30	91.9	116.7	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	22300	-217200	0	1	1
2	22300	305600	0	1	1
3	22300	305600	0	1	1
4	22300	-217200	0	1	1
5	22300	95100	0	1	1
6	22300	95100	0	1	1
7	22300	95100	0	1	1
8	22300	95100	0	1	1
9	22300	95100	0	1	1
10	22300	95100	0	1	1

#### COMB. RARE/FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	22300	34900 (145872)	0 (0)

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>103 di 119</b>

2	22300	67200 (133345)	0 (0)
3	22300	40300 (142149)	0 (0)
4	22300	34900 (145872)	0 (0)
5	22300	67200 (133345)	0 (0)
6	22300	67200 (133345)	0 (0)
7	22300	67200 (133345)	0 (0)
8	22300	67200 (133345)	0 (0)
9	22300	67200 (133345)	0 (0)
10	22300	67200 (133345)	0 (0)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	16200	32900 (139613)	0 (0)
2	17800	38400 (138443)	0 (0)
3	17800	38400 (138443)	0 (0)
4	16200	32900 (139613)	0 (0)
5	17800	38400 (138443)	0 (0)
6	17800	38400 (138443)	0 (0)
7	17800	38400 (138443)	0 (0)
8	17800	38400 (138443)	0 (0)
9	17800	38400 (138443)	0 (0)
10	17800	38400 (138443)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.8 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult, My Ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	22297	-343775	0	22312	-367474	0	1.692	-----
2	S	22297	343775	0	22312	367474	0	1.202	-----
3	S	22297	343775	0	22312	367474	0	1.202	-----
4	S	22297	-343775	0	22312	-367474	0	1.692	-----
5	S	22297	343775	0	22312	367474	0	3.864	-----
6	S	22297	343775	0	22312	367474	0	3.864	-----

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    104 di 119</b>	

7	S	22297	343775	0	22312	367474	0	3.864	-----
8	S	22297	343775	0	22312	367474	0	3.864	-----
9	S	22297	343775	0	22312	367474	0	3.864	-----
10	S	22297	343775	0	22312	367474	0	3.864	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01150	0.0	0.0	0.00132	8.1	8.1	-0.02931	64.0	121.9
2	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
3	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
4	0.00350	-0.01150	0.0	0.0	0.00132	8.1	8.1	-0.02931	64.0	121.9
5	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
6	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
7	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
8	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
9	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1
10	0.00350	-0.01150	100.0	130.0	0.00132	91.9	121.9	-0.02931	8.1	8.1

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000269184	0.003500000	----	----
2	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
3	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
4	0.000000000	-0.000269184	0.003500000	----	----
5	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
6	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
7	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
8	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
9	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----
10	0.000000000	0.000269184	-0.031493908	----	----

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]

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 OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI 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 DI VARIANTE <b>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.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI.04.B0.001</td> <td>C</td> <td>105 di 119</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	105 di 119
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.V.ZZ	CL	RI.04.B0.001	C	105 di 119								

Xs min, Ys min      Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.              Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.              Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre              Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12              Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	13.0	0.0	130.0	-288	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
2	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
3	S	14.9	0.0	130.0	-350	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
4	S	13.0	0.0	130.0	-288	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
5	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
6	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
7	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
8	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
9	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00
10	S	24.1	0.0	130.0	-665	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	1.00

#### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Ver.                      La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
Esito della verifica  
S1                      Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
S2                      Minima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k2                      = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3                      = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2\*e1) per trazione eccentrica  
Ø                      Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf                      Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi                      = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
e sm                      Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
srm                      Distanza media tra le fessure [mm]  
wk                      Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
MX fess.              Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
MY fess.              Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-7.4	0	0.125	26	68	-16.470	0.00006 (0.00006)	190	0.019 (0.20)	145872	0
2	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0
3	S	-8.8	0	0.125	26	68	-11.442	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	142149	0
4	S	-7.4	0	0.125	26	68	-16.470	0.00006 (0.00006)	190	0.019 (0.20)	145872	0
5	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0
6	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0
7	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0
8	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0
9	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0
10	S	-15.6	0	0.125	26	68	-2.937	0.00013 (0.00013)	190	0.043 (0.20)	133345	0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	12.1	0.0	130.0	-297	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
2	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
3	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
4	S	12.1	0.0	130.0	-297	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
5	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>						PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>106 di 119</b>			

6	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
7	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
8	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
9	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50
10	S	14.1	0.0	130.0	-352	91.9	8.1	2650	79.6	5.2	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-7.3	0	0.125	26	68	-8.004	0.00006 (0.00006)	190	0.019 (0.20)	139613	0
2	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
3	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
4	S	-7.3	0	0.125	26	68	-8.004	0.00006 (0.00006)	190	0.019 (0.20)	139613	0
5	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
6	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
7	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
8	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
9	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0
10	S	-8.6	0	0.125	26	68	-5.499	0.00007 (0.00007)	190	0.023 (0.20)	138443	0

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI – VERIFICA A TAGLIO

##### VERIFICA A TAGLIO

bw	=	100	cm
h	=	130	cm
c	=	6.2	cm
d	=	h-c	= 123.8 cm

##### MATERIALI

fywd	=	391.30	MPa
Rck	=	40	MPa
gc	=	1.5	
fck	=	0.83xRck	= 33.2 MPa
fcd	=	0.85xfck/gc	= 18.81 MPa

##### ARMATURE A TAGLIO

øst	=	12
braccia	=	2.5
øst2	=	0
braccia	=	0

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>107 di 119</b>	

passo = 20 cm  
 (Asw / s) = 14.137 cm<sup>2</sup> / m  
 a = 90 ° (90° staffe verticali)

#### ARMATURE LONGITUDINALI

øl = 26  
 Numero = 15  
 Asl = 79.639 cm<sup>2</sup>

TAGLIO AGENTE VEd = 322 (KN)  
 SFORZO NORMALE Ned = 223 (KN)

#### ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

k = 1.40  
 vmin = 0.335  
 rl = 0.0064  
 scp = 0.1715 (Mpa)

VRd = 609.70 (KN) >= OK 446.2826576 (KN)  
 VRd = 609.70 (KN)  
 ac = 1.0091 Ned/Ac= 0.1715 (Mpa)

#### ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

IPOTESI 1 Cot q = 2,5 q = 21,8°

Armatura trasversale

VRsd = 1540.92 (KN)

VRcd = 3647.06 (KN)

VRd = 1540.92 (KN) min(VRsd, VRcd)

IPOTESI 2 Cot q = 1 q = 45°

Armatura trasversale

VRsd = 616.37 (KN)

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 108 di 119</b>

$$VR_{cd} = 5288.24 \text{ (KN)}$$

$$VR_d = 616.37 \text{ (KN)} \quad \min(VR_{sd}, VR_{cd})$$

I POTESI 3      Cot q in cui  $VR_{sd} = VR_{cd}$       : Rottura bilanciata

$$\cot(q) = 4.02 \text{ (calcolato)} \quad \cot(q) = 2.50 \text{ (limitato)}$$

$$q = 13.97^\circ$$

$$VR_{sd} = 2477.72 \text{ (KN)}$$

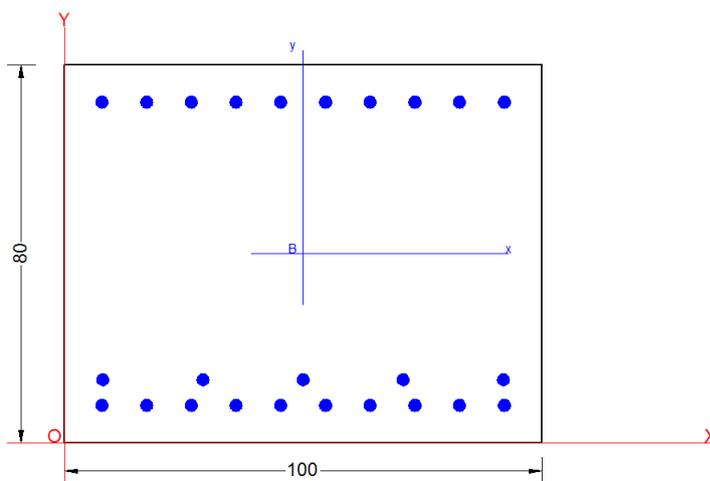
$$VR_{cd} = 2477.72 \text{ (KN)}$$

$$VR_d = 2477.72 \text{ (KN)}$$

MASSIMO TAGLIO RESISTENTE

$$VR_d = 1541 \text{ (KN)}$$

#### 12.4.4 PIEDRITTO\_Sezione di base risega



#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C32/40

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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>109 di 119</b>

ACCIAIO - Tipo: B450C

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	100.0	80.0
2	100.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	80.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	91.9	8.1	26
2	8.1	8.1	26
3	91.9	71.9	26
4	8.1	71.9	26
5	8.1	13.3	26
6	91.9	13.3	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	3	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	64.00	1500.00	0.00	0.00	0.00

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</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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>			<b>IF1M</b>	<b>0.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>RI.04.B0.001</b>	<b>C</b>	<b>110 di 119</b>

### COMB. RARE/FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	64.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.8 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	64.00	1861.00	-0.88	64.12	2010.13	0.00	1.340	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00617	100.0	80.0	0.00122	91.9	71.9	-0.01678	91.9	8.1

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

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 OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.V.ZZ CL RI.04.B0.001 C 111 di 119</b>

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000282074	-0.019065887	---	---

### COMBINAZIONI RARE/FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.07	0.0	80.0	0.9	82.6	8.1	---	---	---	---

### VERIFICA DELL'ARMATURA A TAGLIO

SEZIONE				IPOTESI 1 <span style="color: red;">Cot ϕ = 2,5 ϕ = 21,8°</span>	
b <sub>w</sub>	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>  $V_{Rsd} = 643.09 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 2171.97 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 643.09 \text{ (KN)}$ <b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>	
h	=	80	cm		
c	=	5.6	cm		
d	=	h-c	= 74.4 cm		
MATERIALI				IPOTESI 2 <span style="color: red;">Cot ϕ = 1 ϕ = 45°</span>	
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>  $V_{Rsd} = 257.23 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 3149.35 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 257.23 \text{ (KN)}$ <b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>	
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa		
γ <sub>c</sub>	=	1.5			
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa		
f <sub>cd</sub>	=	0.85xR <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa		
ARMATURE A TAGLIO				IPOTESI 3 <span style="color: red;">Cot ϕ in cui V<sub>Rsd</sub>=V<sub>Rcd</sub> : Rottura bilanciata</span>	
ϕ <sub>st</sub>	=	10		$\cot(\theta) = 4.85 \text{ (calcolato)}$ $\theta = 11.66^\circ$ $V_{Rsd} = 1246.63 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 1246.63 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 1246.63 \text{ (KN)}$  <b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b> $V_{Rd} = 643 \text{ (KN)}$	
braccia	=	5			
ϕ <sub>st2</sub>	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A <sub>sw</sub> /s)	=	9.817	cm <sup>2</sup> /m		
α	=	90	° (90° staffe verticali)		
ARMATURE LONGITUDINALI					
ϕ <sub>l</sub>	=				
Numero	=				
A <sub>sl</sub>	=	0.000	cm <sup>2</sup>		
<b>TAGLIO AGENTE</b>				V <sub>Ed</sub> =	(KN)
<b>SFORZO NORMALE</b>				N <sub>Ed</sub> =	(KN)

Il massimo sforzo di taglio sulla sezione è inferiore al valore resistente del taglio, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

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.    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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>112 di 119</b>	

## 12.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 12.5.1 Verifica di capacità portante

La capacità portante è stata calcolata attraverso l'espressione proposta da Brinch-Hansen, che nel caso generale risulta:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico del terreno di fondazione;

$B$  = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $B = B_f - 2e$ );

$L$  = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $L = L_f - 2e$ );

$D$  = profondità della fondazione;

$c$  = coesione del terreno di fondazione;

$\phi$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;

$c_a$  = aderenza alla base della fondazione;

$q$  = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

$\eta$  = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ( $\eta = 0$  se orizzontale);

$b$  = inclinazione della struttura;

$H$  = componente orizzontale del carico trasmesso al piano di posa della fondazione;

$V$  = componente verticale del carico trasmesso al piano di posa della fondazione.

I coefficienti  $N_c, N_q, N_\gamma$  sono i coefficienti di capacità portante:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}\phi;$$

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.    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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>113 di 119</b>

$$N_q = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{(\pi \cdot \operatorname{tg}\phi)}$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg}\phi$$

I coefficienti  $s_y$ ,  $s_c$ ,  $s_q$  sono i fattori di forma della fondazione

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \operatorname{tg}\phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

I coefficienti  $d_y$ ,  $d_c$ ,  $d_q$  sono i fattori di profondità del piano di posa della fondazione

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \operatorname{tg}\phi \cdot (1 - \sin\phi)^2$$

$$d_\gamma = 1$$

I coefficienti  $i_y$ ,  $i_c$ ,  $i_q$  sono i fattori di inclinazione del carico

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}\phi}\right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}\phi}\right)^5$$

I coefficienti  $g_y$ ,  $g_c$ ,  $g_q$  sono i fattori di inclinazione del piano campagna;

$$g_c = 1 - \frac{\beta^0}{147^\circ} = 1 \quad ; \quad g_q = (1 - 0.5 \cdot \operatorname{tg}\beta)^5 = 1; \quad g_\gamma = g_q$$

I coefficienti  $b_y$ ,  $b_c$ ,  $b_q$  sono i fattori di inclinazione della base della 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>				
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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. PAGINA <b>C 114 di 119</b>

$$b_c = 1 - \frac{\eta^0}{147^0}; \quad b_q = e^{(-2 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2 \cdot 7 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi)}$$

dove:

$$k = \frac{D}{B_f} \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1\right); \quad k = \text{arctg} \left( \frac{D}{B_f} \right) \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} > 1\right)$$

Si riportano nel prospetto di seguito le caratteristiche geometriche e geotecniche della fondazione in esame.

Coef. Parz. Press. Ultima (Approccio 2 [§6.4.2.1])	2.30	
<b>Tipologia Fondazione</b> <input type="radio"/> Impronta quadrata (B=L) <input type="radio"/> Impronta circolare (B=diametro) <input checked="" type="radio"/> Impronta rettangolare (B<L) <input type="radio"/> Impronta nastriforme (TRAVI ROVESCE)		
<b>Dati Geometrici Fondazione (in assenza di falda porre Dw=0)</b>		
Lato (diametro) impronta B	994	cm
Profondità impronta L [>B]	1517	cm
Affondamento piano di posa D	250	cm
Affondamento livello Falda Dw [Se >0]	270	cm
<b>Parametri Geotecnic</b>		
Peso di Volume del Terreno	1600	daN/m³
Peso Sp. Terreno saturo [seDw>0]	1600	daN/m³
Angolo di Attrito eff. φ' ° (gradi sessadecimali)	30	
Coesione C' efficace	0	daN/cm²
<b>Coefficienti Sismici (vedi C. 7. 11. 5. 3. 1 NTC)</b>		
Khi = H/V = Sd(T)/g	0	
Khk	0	
In assenza di falda porre Dw=0. Per effettuare il calcolo in condizioni non drenate porre φ' = 0 ed inserire per la coesione il valore Cu (resist. a taglio non drenata); va inoltre assegnato il peso sp. saturo del terreno.		
<b>Risultati (Pressioni in daN/cm²)</b>		
TERZAGHI		
MEYERHOFF		
HANSEN		
Press. Ult.	14.412	Press. Lim. 6.266
EUROCODE 7		
Press. Ult.	14.897	Press. Lim. 6.477
<input type="button" value="Calcola"/> <input type="button" value="Stampa"/> <input type="button" value="Esci"/> <input type="button" value="?"/>		

L'approccio di progetto è l'Approccio tipo 2; il coefficiente di sicurezza  $\gamma_R$  è posto pari a 2.3.

Di seguito si mostra la verifica effettuata.

Per la fondazione in esame risulta una pressione limite di:

$$Q_u / \gamma_R = 0.627 \text{ MPa}$$



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 DI VARIANTE Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI.04.B0.001	REV. C	PAGINA 116 di 119

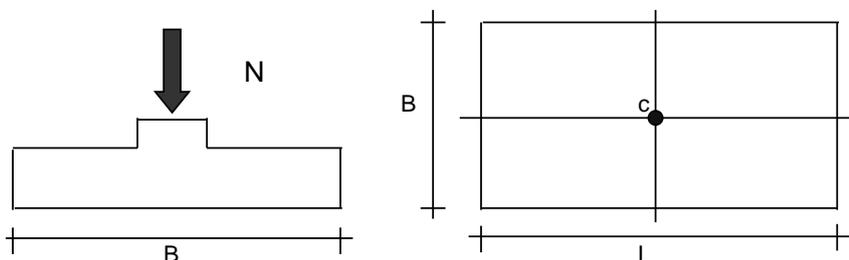
## 12.6 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Si esibisce di seguito il calcolo dei cedimenti in fondazione dell'opera in esame.

### CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

**LAVORO:**

RI04B-F1



#### **Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)**

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_1^2))$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_2^2))$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma\delta_i = \Sigma(((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i/E_i)$$

#### **DATI DI INPUT:**

B = 9.94 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 15.17 (m) (Lunghezza della Fondazione)

N = 21177 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 140.44 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M    0.0.V.ZZ    CL    RI.04.B0.001    C    117 di 119</b>	

Strato	Litologia	Spessore	da z <sub>i</sub>	a z <sub>i+1</sub>	Δz <sub>i</sub>	E	v	δc <sub>i</sub>
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)
1	Po	4.00	0.0	4.0	1.0	20000	0.30	<b>1.77</b>
2	Po	10.00	4.0	14.0	1.0	30000	0.30	<b>1.90</b>
3	Ts	2.00	14.0	16.0	1.0	40000	0.30	<b>0.14</b>
-			0.0	0.0	1.0			-
-			0.0	0.0	1.0			-
-			0.0	0.0	1.0			-

$$\delta_{ctot} = 3.8 \quad (\text{cm})$$

Il cedimento totale risulta essere pari a 3.8cm.

Di seguito si forniscono le tabelle di sintesi del calcolo effettuato.

z	Δz <sub>i</sub>	Terreno	R1	R2	R3	Δσ <sub>zi</sub>	Δσ <sub>xi</sub>	Δσ <sub>yi</sub>	E	v	δ <sub>i</sub>	Σδ <sub>i</sub>
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)	(cm)
0.00	1.0	1							20000	0.30		
1.00	1.0	1	7.60	5.00	9.08	129.95	116.09	111.87	20000	0.30	0.31	0.31
2.00	1.0	1	7.73	5.19	9.19	113.59	18.69	15.89	20000	0.30	0.52	0.82
3.00	1.0	1	7.99	5.56	9.41	103.39	11.59	7.87	20000	0.30	0.49	1.31
4.00	1.0	1	8.35	6.08	9.72	95.47	6.96	3.10	20000	0.30	0.46	1.77
5.00	1.0	2	8.82	6.70	10.12	87.67	3.95	0.44	30000	0.30	0.29	2.06
6.00	1.0	2	9.37	7.41	10.61	79.66	2.01	-0.97	30000	0.30	0.26	2.33
7.00	1.0	2	9.99	8.18	11.16	71.74	0.76	-1.65	30000	0.30	0.24	2.57
8.00	1.0	2	10.67	9.00	11.77	64.23	-0.02	-1.93	30000	0.30	0.22	2.78
9.00	1.0	2	11.39	9.85	12.43	57.32	-0.49	-2.00	30000	0.30	0.19	2.98
10.00	1.0	2	12.16	10.72	13.13	51.11	-0.77	-1.95	30000	0.30	0.17	3.15
11.00	1.0	2	12.95	11.62	13.87	45.61	-0.92	-1.85	30000	0.30	0.15	3.30
12.00	1.0	2	13.78	12.53	14.65	40.77	-1.00	-1.72	30000	0.30	0.14	3.44
13.00	1.0	2	14.62	13.45	15.44	36.54	-1.01	-1.59	30000	0.30	0.12	3.57
14.00	1.0	2	15.48	14.39	16.26	32.84	-1.00	-1.47	30000	0.30	0.11	3.68
15.00	1.0	3	16.36	15.33	17.10	29.62	-0.97	-1.34	40000	0.30	0.08	3.75
16.00	1.0	3	17.26	16.28	17.96	26.79	-0.93	-1.23	40000	0.30	0.07	3.82

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>118 di 119</b>

### 13 INCIDENZE

	Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di calcolo [kg]	Incidenza di progetto* [kg/m³]
			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.04b TIPO F*-G*	Fondazione	1.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	26	10	41.68	10	20x40	12.5	7.7125	127.69	98	110
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	26	15	62.52							
	Elevazione	1.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	26	15	62.52	10	20x40	12.5	7.7125	127.69	98	120
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	26	10	41.68							
MURI DI SOSTEGNO RI.04b TIPO F1*	Fondazione	1.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	26	15	62.52	12	20x40	12.5	11.1	151.92	117	130
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	26	15	62.52							
	Elevazione	1.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	26	15	62.52	12	20x40	12.5	11.1	151.92	117	140
			LATO B	16	5	7.89	LATO B	26	15	62.52							

\* L'incidenza di progetto, rispetto a quella di calcolo, tiene conto delle sovrapposizione dei ferri, degli sfridi e degli ancoraggi delle barre di armatura. Nel caso dell'incidenza di progetto relativa alle elevazioni, l'incremento dell'incidenza di calcolo tiene inoltre conto dello spessore ridotto della sezione, in corrispondenza della parte sommitale del paramento (risega).

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 DI VARIANTE <b>Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI.04.B0.001</b>	REV. <b>C</b>	PAGINA <b>119 di 119</b>	

## 14 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Sezione tipologica TIPO G* .....	6
Figura 2: Sezione tipologica TIPO F* .....	6
Figura 3: Sezione tipologica TIPO F* in presenza del palo TE .....	7
Figura 4: Sezione tipologica TIPO F1* .....	7
Figura 5 – Pianta 1/2.....	8
Figura 6 – Pianta 2/2.....	8
Figura 7 – Profilo longitudinale 1/2 .....	9
Figura 8 – Profilo longitudinale 2/2 .....	9
Figura 9 – LM71 .....	33
Figura 10 – Schema di carico quota pf.....	34
Figura 11 – Schema di carico per effetto della diffusione .....	35
Figura 12 – Schema di carico per effetto della diffusione considerando $\alpha$ .....	36
Figura 13: Geometria e dimensioni.....	52
Figura 14: Profilo del terreno .....	53
Figura 15: Stratigrafia del terreno e posizionamento falda (Lmax=-2.70m da p.c.).....	54
Figura 16: Sovraccarico da traffico ferroviario.....	55
Figura 17: Urto da deragliamento del treno.....	56
Figura 18: Carichi connessi alla presenza del palo TE .....	57
Figura 19: Verifica stabilità locale .....	58
Figura 20: Verifica stabilità locale in presenza di urto da traffico ferroviario.....	58
Figura 21: Stabilità globale del sistema terra-muro.....	60
Figura 22: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLU) .....	62
Figura 23: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLU).....	63
Figura 24: Sollecitazioni agenti sul paramento murario in presenza di urto da traffico ferroviario (Combinazione eccezionale) .....	64
Figura 25: Sollecitazioni agenti in fondazione in presenza di urto da traffico ferroviario (Combinazione eccezionale).....	68
Figura 26: Sollecitazioni agenti sul paramento murario (inviluppo SLE).....	69
Figura 27: Sollecitazioni agenti in fondazione (inviluppo SLE) .....	70
Figura 28: Inviluppo SLU/Sisma/Eccez.: sforzo normale .....	79
Figura 29: Inviluppo SLE: sforzo normale.....	80