

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

FV03 – STAZIONE DI ACERRA

Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo

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

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	C	L	F	V	0	3	0	0	0	3	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.FV.03.0.0.003.A

n. Elab.:

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 2 di 100

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>9</b>
4.1	CALCESTRUZZO.....	9
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE OPERE IN C.A.....	10
4.3	COPRIFERRI MINIMI OPERE IN C.A.....	10
4.4	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA.....	10
4.5	BULLONI.....	11
4.6	SALDATURE.....	11
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>12</b>
5.1	TERRENO DI FONDAZIONE.....	12
5.2	TERRENO DI RINFIANCO.....	12
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO.....</b>	<b>13</b>
6.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1 (3.1.2 NTC-2008).....	13
6.2	SOVRACCARICHI PERMANENTI G2 (3.1.3 NTC-2008).....	13
6.3	SPINTA DELLE TERRE G3 (5.2.2.1.1 NTC-2008).....	14
6.4	CARICHI ACCIDENTALI Q <sub>1</sub> .....	15
6.4.1	<i>Spinta del terreno indotta dai carichi da traffico ferroviario.....</i>	<i>15</i>
6.5	SOVRACCARICHI VARIABILI Q (3.1.4 NTC-2008).....	16
6.6	AZIONI SISMICHE Q <sub>7</sub> .....	17
6.6.1	<i>Spettri di risposta elastici.....</i>	<i>25</i>

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	3 di 100

<b>7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO E VALUTAZIONE DELLE MASSE .....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>39</b>
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....	39
8.1.1	Verifica a fessurazione.....	39
8.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio .....	40
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI .....	41
8.2.1	Sollecitazioni flettenti.....	41
8.2.2	Sollecitazioni taglianti.....	41
<b>9</b>	<b>CRITERI DI MODELLAZIONE .....</b>	<b>44</b>
9.1	MODELLAZIONE FEM .....	44
9.1.1	Geometria.....	46
9.1.2	Carichi applicati.....	47
<b>10</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI.....</b>	<b>50</b>
10.1	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE .....	50
10.1.1	Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y .....	50
10.1.2	Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X .....	51
10.1.3	Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a taglio .....	54
10.1.4	Pareti verticali s=0.5m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y .....	57
10.1.5	Pareti verticali s=0.5m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X .....	60
10.1.6	Pareti verticali s=0.5m - Verifiche a taglio .....	63
10.1.7	Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y .....	66
10.1.8	Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X .....	68
10.1.9	Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a taglio .....	70

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 4 di 100

<b>10.1.10 Pareti verticali s=0.6m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y .....</b>	<b>72</b>
<b>10.1.11 Pareti verticali s=0.6m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X .....</b>	<b>75</b>
<b>10.1.12 Pareti verticali s=0.6m - Verifiche a taglio .....</b>	<b>77</b>
<b>10.1.13 Rampe e scale s=0.2m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y .....</b>	<b>80</b>
<b>10.1.14 Rampe e scale s=0.2m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X .....</b>	<b>82</b>
<b>10.1.15 Rampe e scale s=0.2m - Verifiche a taglio .....</b>	<b>83</b>
<b>10.1.16 Soletta fondazione s=0.7m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y .....</b>	<b>87</b>
<b>10.1.17 Soletta fondazione s=0.7m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X .....</b>	<b>88</b>
<b>10.1.18 Soletta fondazione s=0.7m - Verifiche a taglio .....</b>	<b>89</b>
<b>10.2 VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>92</b>
<b>10.2.1 Verifica di capacità portante .....</b>	<b>92</b>
<b>11 INCIDENZE .....</b>	<b>96</b>
<b>12 INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>98</b>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>5 di 100</b>

## 1 **PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche delle strutture in c.a. del corpo rampe e scale del fabbricato viaggiatori della stazione di Acerra, nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le pk 0+000 e 15+585.

La caratterizzazione sismica ha fornito i seguenti valori di accelerazione al suolo di riferimento per i diversi stati limite:

SLV            ag = 0.218g

SLD            ag = 0.092g

SLC            ag = 0.269g

SLO            ag = 0.072g

Le strutture sono state progettate e verificate in campo elastico in favore di sicurezza; è stato dunque considerato un fattore di struttura  $q=1.00$ .

La modellazione dell'azione sismica e delle strutture è stata eseguita mediante il programma di calcolo strutturale agli elementi finiti Midas-Gen.

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>6 di 100</b>

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Le opere strutturali consistono nella realizzazione di un corpo in c.a. gettato in opera, destinato ad accogliere le strutture che stabiliscono il collegamento verticale (rampe e scale) tra il sottopasso pedonale e il piano banchina, lato binario dispari, della stazione di Acerra. Il corpo presenta uno sviluppo longitudinale di circa 73m e si estende da quota estradosso platea di fondazione +24.42m a quota +30.87m, relativa al piano banchina.

La soletta di fondazione presenta uno spessore di 0.70m, quella di copertura di 0.30m, le pareti verticali perimetrali prevedono un spessore di 0.50m; le pareti trasversali interne di 0.60m, le solette delle rampe e delle scale di 0.20m.

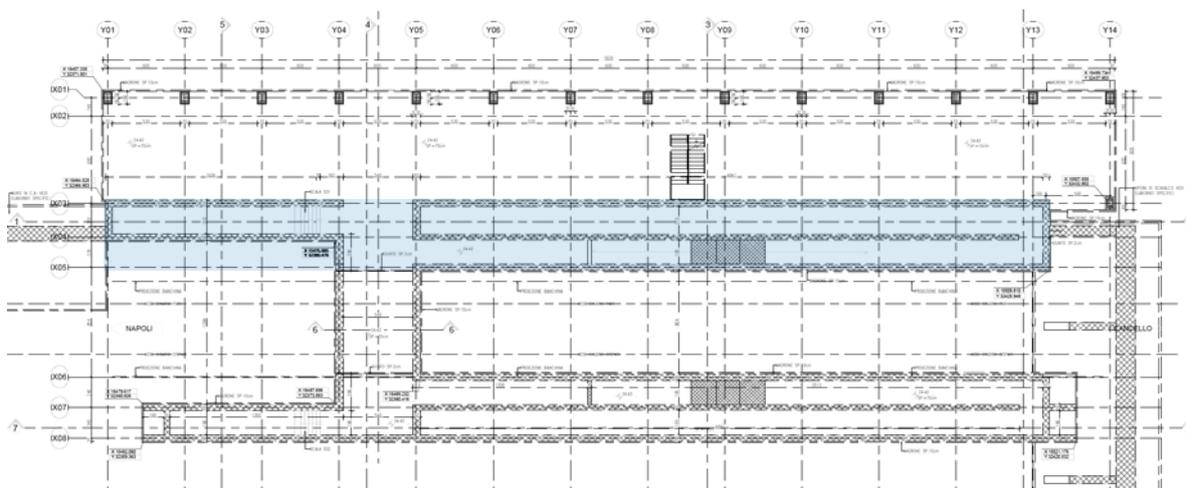


Figura 1: Pianta fondazioni e spiccato setti - Quota sottopasso

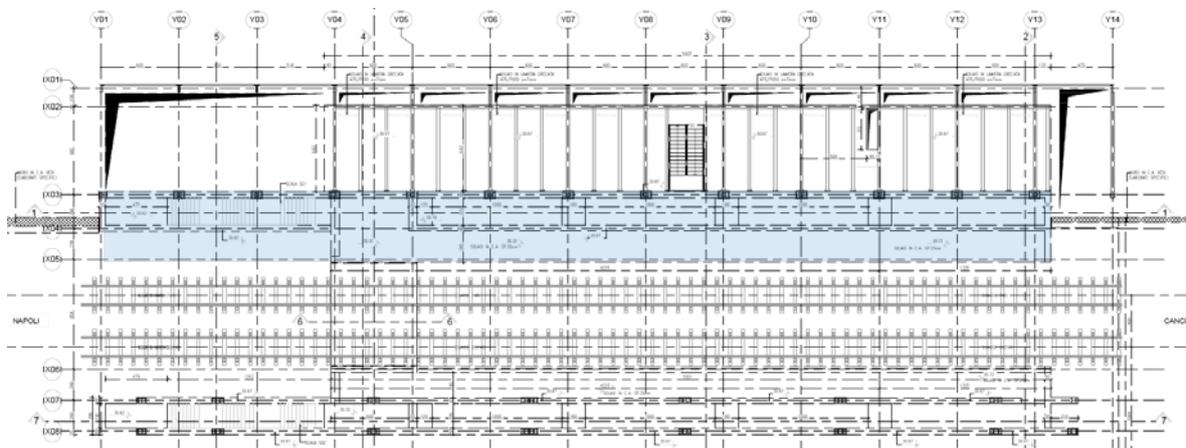


Figura 2: Pianta piano banchina

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV.      PAGINA <b>A            7 di 100</b>

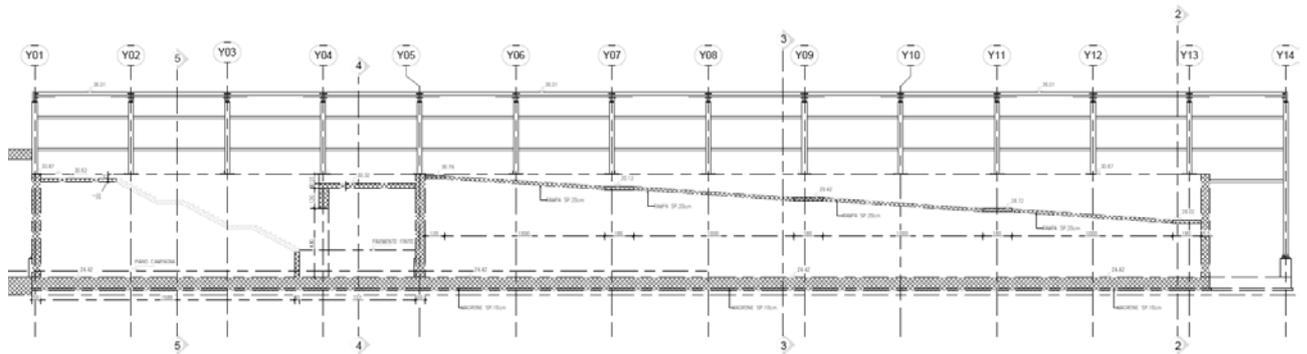


Figura 3: Sezione longitudinale

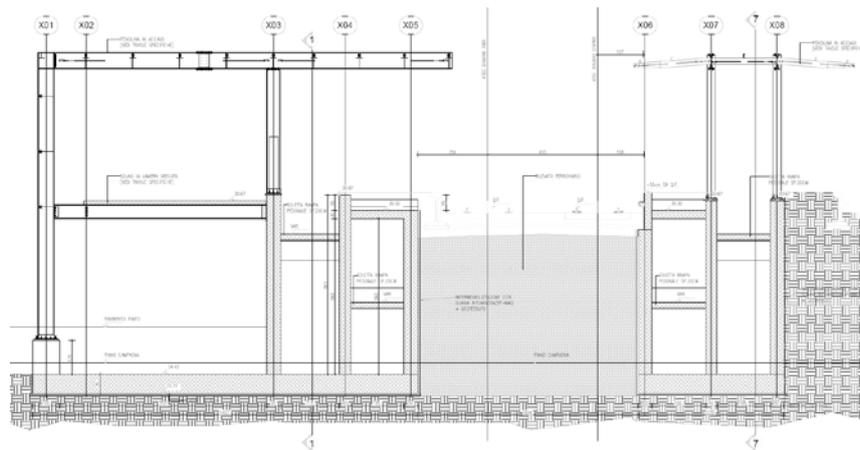


Figura 4: Sezione trasversale in corrispondenza delle rampe

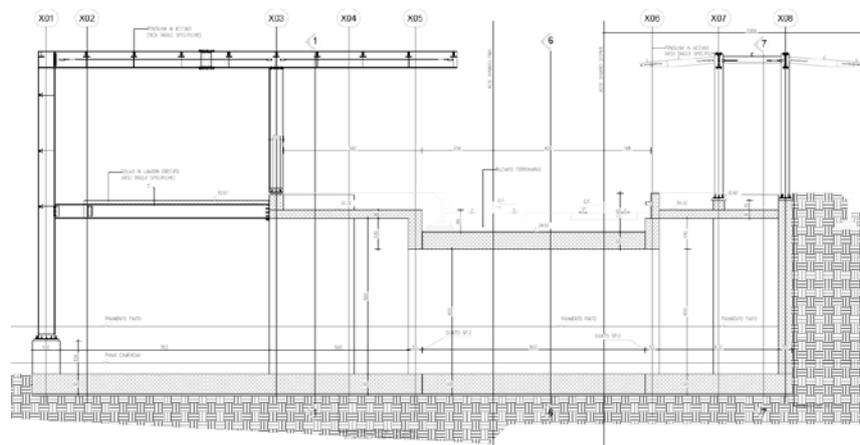


Figura 5: Sezione trasversale in corrispondenza del sottopasso

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE  OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI  CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>8 di 100</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 1993-1-1 – 2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio.
- 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 206-1-2016: 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>				
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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 9 di 100

## 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

Per il getto in opera delle opere controterra in c.a. e delle solette in calcestruzzo in elevazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4

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

Classe minima di consistenza: S4-S5

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

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

Per il getto in opera delle fondazioni si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30  $f_{ck} \geq 25$  MPa  $R_{ck} \geq 30$  MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>10 di 100</b>

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

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>30</b>	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24.90	$\frac{N}{mm^2}$
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32.90	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16.60	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungho durata)} = 0.85 f_{cd}$	14.11	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	2.56	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1.79	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.07	$\frac{N}{mm^2}$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.19	$\frac{N}{mm^2}$
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	$\frac{N}{mm^2}$

#### 4.2 ACCIAIO PER ARMATURE OPERE IN C.A.

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

#### 4.3 COPRIFERRI MINIMI OPERE IN C.A.

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

Strutture di elevazione	4.0 cm
Platea di fondazione	4.0 cm

#### 4.4 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Profilati: S355

Modulo di elasticità	$E_a = 210000 \text{ MPa}$
----------------------	----------------------------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>11 di 100</b>

Tensione di snervamento caratteristica

$$f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento rottura

$$f_{yt} \geq 510 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento di progetto

$$f_{yd} \geq 338 \text{ MPa}$$

#### 4.5 BULLONI

Classe vite 8.8 - Classe dado 8.8

Tensione di snervamento caratteristica

$$f_{yb} \geq 649 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento rottura

$$f_{tb} \geq 800 \text{ MPa}$$

Resistenza a taglio del bullone

$$f_{yd} \geq 384 \text{ MPa}$$

Tensione di snervamento di progetto

$$f_{yd} \geq 262 \text{ MPa}$$

#### 4.6 SALDATURE

Procedimenti di saldatura omologati e qualificati, conformi al Manuale di progettazione delle opere civili e al DM 14.1.2008.

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>		<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>					
<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	12 di 100

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

### 5.1 TERRENO DI FONDAZIONE

Il modello geotecnico di riferimento per l'opera in esame è riportato nel prospetto fornito di seguito. La falda è considerata a 3.5m da p.c..

Unità geotecnica	z1	z2	sp	$\gamma$	c	$\phi$	E0	Eop
	m	m	m	kN/mc	kPa	°	MPa	MPa
Po	0	6	6	16	0-5	30	50-100	10-20
Po	6	12	6	16	0-5	33	200	20-40
TS	12	15	3	15-16	0	35	350	70
TL	15	28	13	15	30	35	-	200
TS	28	30	2	15-16	0	35	350	70
Pb	30	>30	-	16	0	35	350	70

Le unità geotecniche elencate fanno riferimento alle seguenti tipologie di terreno:

- Unità **DI** – Piroclastiti rimaneggiati sabbioso limose;
- Unità **Po** – Piroclastiti recenti sabbioso limose;
- Unità **Ts** – Tufo sfatto;
- Unità **TL** – Tufo litoide;
- Unità **Pb** – Piroclastiti di base sabbioso limose.

### 5.2 TERRENO DI RINFIANCO

Sono riassunte di seguito le caratteristiche geotecniche del terreno del rilevato ferroviario (con  $\gamma$  pari al peso specifico del terreno;  $\gamma_{sat}$  pari al peso specifico saturo del terreno;  $c'$  pari alla coesione;  $\phi'$  pari all'angolo di attrito;  $K_0$  coefficiente di spinta a riposo):

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 38^\circ$$

$$K_0 = 1 - \sin\phi' = 0.384$$

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 13 di 100

## 6 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO

Si considerano di seguito le azioni elementari agenti sulla struttura:

- il peso proprio della struttura e della costruzione;
- i sovraccarichi permanenti;
- altre azioni permanenti: la spinta delle terre;
- i sovraccarichi accidentali: carico accidentale connesso all'affollamento dei locali; carichi connessi al traffico ferroviario;
- azioni eccezionali: azione eccezionale del sisma.

### 6.1 PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1 (3.1.2 NTC-2008)

I pesi propri strutturali sono calcolati in automatico dal programma di calcolo strutturale sulla base delle caratteristiche dei materiali utilizzati. Per il calcestruzzo si è assunto un peso specifico pari a 25kN/m<sup>3</sup>.

### 6.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI G2 (3.1.3 NTC-2008)

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione. Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti:

#### PESO PROPRIO ELEMENTI NON STRUTTURALI G2

LP1 – permanenti portati copertura	peso specifico kN/m <sup>3</sup>	spessore m	carico unitario kN/m <sup>2</sup>
Permanenti portati dalla soletta di copertura delle rampe	20	0.6	12.0
Finiture tipo 1 - TOTALE (kN/m <sup>2</sup> )			12.0
LP2 – permanenti portati rampe	peso specifico kN/m <sup>3</sup>	spessore m	carico unitario kN/m <sup>2</sup>
Peso proprio dei gradini	-	-	4.4
Finiture tipo 2 - TOTALE (kN/m <sup>2</sup> )			4.4
LP3 – zone non finestrate			
Tamponatura esterna - TOTALE (kN/m <sup>2</sup> )	0.5		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>							
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>14 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>									

### 6.3 SPINTA DELLE TERRE G3 (5.2.2.1.1 NTC-2008)

Per il calcolo della spinta statica del terreno sulla struttura è stato considerato il coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ . Le caratteristiche geotecniche del rilevato risultano:

Angolo di attrito	$\varphi' = 38^\circ$
Peso specifico	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Altezza massima terreno	quota copertura
Coefficiente di spinta a riposo	$k_0 = 1 - \frac{\sin \varphi'}{\dots}$
0,384	

La pressione orizzontale efficace del terreno  $\sigma'_h(Z)$  viene posta pari a:

$$\sigma'_h(Z) = k_0 \sigma'_{v(Z)} = k_0 \gamma \cdot Z$$

La spinta è applicata direttamente agli elementi plate che modellano le pareti verticali e ha andamento triangolare con la profondità.

Si mostrano di seguito gli schemi descrittivi dell'andamento delle tensioni efficaci orizzontali a riposo sulle pareti della struttura interessate.

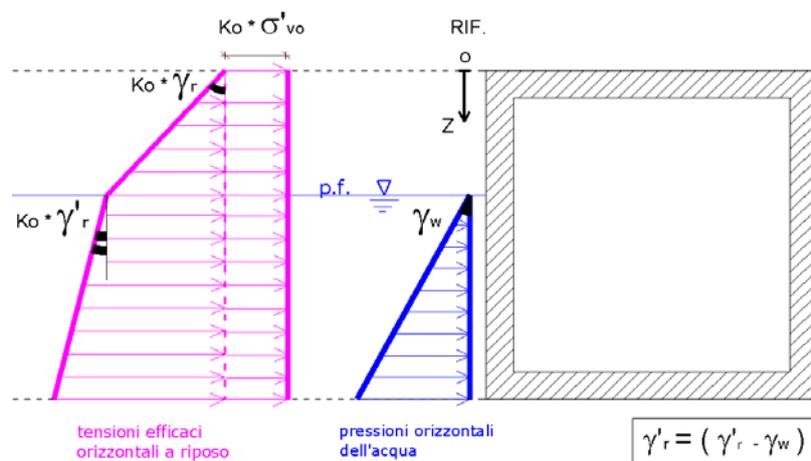


Figura 6: Tensioni efficaci orizzontali su un piedritto in condizioni di riposo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>15 di 100</b>

In presenza di sisma, il coefficiente di spinta adottato è quello di spinta attiva  $k_a = 1 - \frac{\sin \varphi'}{1 + \sin \varphi'} = 0.238$

## 6.4 CARICHI ACCIDENTALI $Q_1$

### 6.4.1 Spinta del terreno indotta dai carichi da traffico ferroviario

La pressione orizzontale del terreno sulle pareti verticali indotta dai treni di carico viaggianti sulle due linee adiacenti è stata calcolata secondo la formula  $p = q \times k_0$ , con  $k_0$  pari al coefficiente di spinta a riposo del rilevato ferroviario e  $q$  pari al carico massimo verticale dovuto al traffico ferroviario. Risulta una spinta uniformemente distribuita sulle pareti verticali dell'opera pari a:

$$p = q \times k_0 = 71.8 \text{ kN/m}^2 \times 0.384 = 27.6 \text{ kN/m}^2$$

ottenuta considerando il carico distribuito del treno LM71 equivalente alle azioni concentrate dello schema di carico ripartite su un'area pari alla distribuzione trasversale dei carichi per la lunghezza  $L=6.4\text{m}$  di applicazione dei carichi concentrati.

- Distribuzione trasversale dei carichi

Le azioni si sono distribuite trasversalmente eseguendo una diffusione del carico 4/1 attraverso la massicciata ed 1/1 dalla superficie di estradosso fino al piano medio della soletta. Si ha una ripartizione trasversale del carico su una larghezza  $b$  pari a:

DISTRIBUZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI			
Larghezza traversina	$b_{tra}$	2.40	m
Spessore soletta impalcato	$s_s$	0.60	m
Spessore ballast sotto binario (asse binario)	$s_3$	0.46	m
<b>Distribuzione trasversale dei carichi</b>	<b>b</b>	<b>3.23</b>	<b>m</b>

Risulta pertanto, per il treno di carico LM71, un carico distribuito pari a:

#### Carico distribuito per LM71

$Q_{vk} \times \alpha \times \Phi_3 / b \times 6.40$	$q_{vk}$	71.84	$\text{kN/m}^2$
--	----------	-------	-----------------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>16 di 100</b>

## 6.5 SOVRACCARICHI VARIABILI Q (3.1.4 NTC-2008)

Di seguito si riportano i carichi variabili di superficie uniformemente distribuiti  $q_k$ .

### Carico per ambienti suscettibili di affollamento (3.1.4 NTC-2008):

In corrispondenza delle rampe delle scale, dei percorsi pedonali e della soletta di copertura, suscettibili di affollamento, si applica un carico distribuito di entità pari a:

LL2 – Ambienti privi di ostacoli C3 (tab. 3.1.II NTC-2008)

Ambienti suscettibili di affollamento/stazioni ferroviarie	5.0 kN/m <sup>2</sup>
--	-----------------------

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 17 di 100

## 6.6 AZIONI SISMICHE Q<sub>7</sub>

Nel presente paragrafo si riportano la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del DM 14.1.2008.

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici. In particolare nel DM 14.1.2008, vengono presentati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$a_g$ : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>18 di 100</b>

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = C_C \cdot T^*_c$$

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$$T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

$T^*_c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione verticale è la seguente:

$$0 \leq T \leq T_B \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

nelle quali:

$S = S_S \times S_T$ : con  $S_S$  pari sempre a 1 per lo spettro verticale;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. PAGINA A 19 di 100

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = 0.05 \quad T_B = 0.15 \quad T_D = 1.0$$

$F_V$ : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale, effettuata mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" reperibile presso il sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### Vita Nominale

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

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

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

### Classi D'uso

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

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV.    PAGINA A      20 di 100

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie 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 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**.

### Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

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

$$V_R = V_n \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1	1.5	2

Pertanto per l' opera in oggetto il periodo di riferimento è pari a  $75 \times 1,5 = 112,5$  anni.

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. PAGINA A 21 di 100

### Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella successiva.

<u>Stati Limite</u>		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

### Accelerazione ( $a_g$ ), fattore ( $F_0$ ) e periodo ( $T^*_c$ )

Ai fini del D.M. 14-01-2008 le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima sul sito;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri prima elencati dipendono dalle coordinate geografiche, espresse in termini di latitudine e longitudine, del sito interessato dall'opera, dal periodo di riferimento ( $V_R$ ), e quindi dalla vita nominale ( $V_N$ ) e dalla classe d'uso ( $C_u$ ) e dallo stato limite considerato. Si riporta nel seguito la valutazione di detti parametri per i vari stati limite.

Latitudine: 40.934039°

Longitudine: 14.355459°

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>22 di 100</b>

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

I parametri ai quali si è fatto riferimento nella definizione dell'azione sismica di progetto, indicati nella tabella precedente, corrispondono, cautelativamente, a quei parametri che danno luogo al sisma di massima entità, fra tutti quelli individuati lungo le progressive dell'opera in progetto.

Sono stati presi in esame, secondo quanto previsto dal DM 14.1.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", cap. 7.1, i seguenti Stati Limite sismici:

- SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)
- SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)
- SLC: Stato Limite di Collasso (Stato Limite Ultimo)
- SLO: Stato Limite di Operatività (Stato Limite di Esercizio)

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici per i diversi stati limite.

### 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).

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	23 di 100

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 $V_{s,30} > 800$ 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.

### Amplificazione stratigrafica

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 24 di 100

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

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

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

### 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  $S_T = 1$

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 25 di 100

### 6.6.1 Spettri di risposta elastici

Le strutture sono state progettate e verificate in campo elastico in favore di sicurezza; è stato dunque considerato un fattore di struttura  $q=1.00$ .

#### Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

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

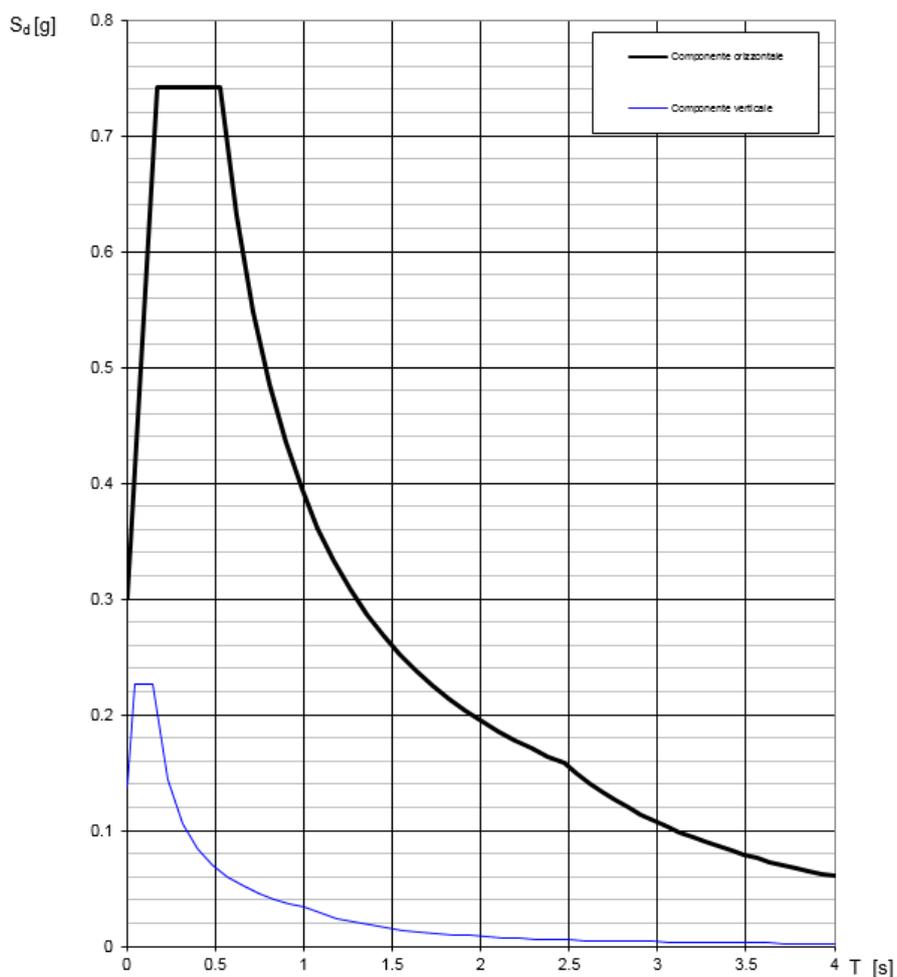


Figura 7: Spettri di risposta elastici\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 26 di 100

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.218 g
$F_0$	2.470
$T_C$	0.357 s
$S_S$	1.377
$C_C$	1.476
$S_T$	1.000
$q$	1.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.377
$\eta$	1.000
$T_B$	0.175 s
$T_C$	0.526 s
$T_D$	2.473 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.300
$T_B$	0.175	0.742
$T_C$	0.526	0.742
	0.619	0.631
	0.712	0.549
	0.804	0.485
	0.897	0.435
	0.990	0.394
	1.082	0.361
	1.175	0.332
	1.268	0.308
	1.360	0.287
	1.453	0.269
	1.546	0.253
	1.638	0.238
	1.731	0.225
	1.824	0.214
	1.916	0.204
	2.009	0.194
	2.102	0.186
	2.195	0.178
	2.287	0.171
	2.380	0.164
$T_D$	2.473	0.158
	2.545	0.149
	2.618	0.141
	2.691	0.133
	2.764	0.126
	2.836	0.120
	2.909	0.114
	2.982	0.109
	3.054	0.103
	3.127	0.099
	3.200	0.094
	3.273	0.090
	3.345	0.086
	3.418	0.083
	3.491	0.079
	3.564	0.076
	3.636	0.073
	3.709	0.070
	3.782	0.067
	3.855	0.065
	3.927	0.063
	4.000	0.060

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>		<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>							
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>				PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>27 di 100</b>

### Stato limite di danno

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di danno e la tabella dei parametri rispettivi.

#### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

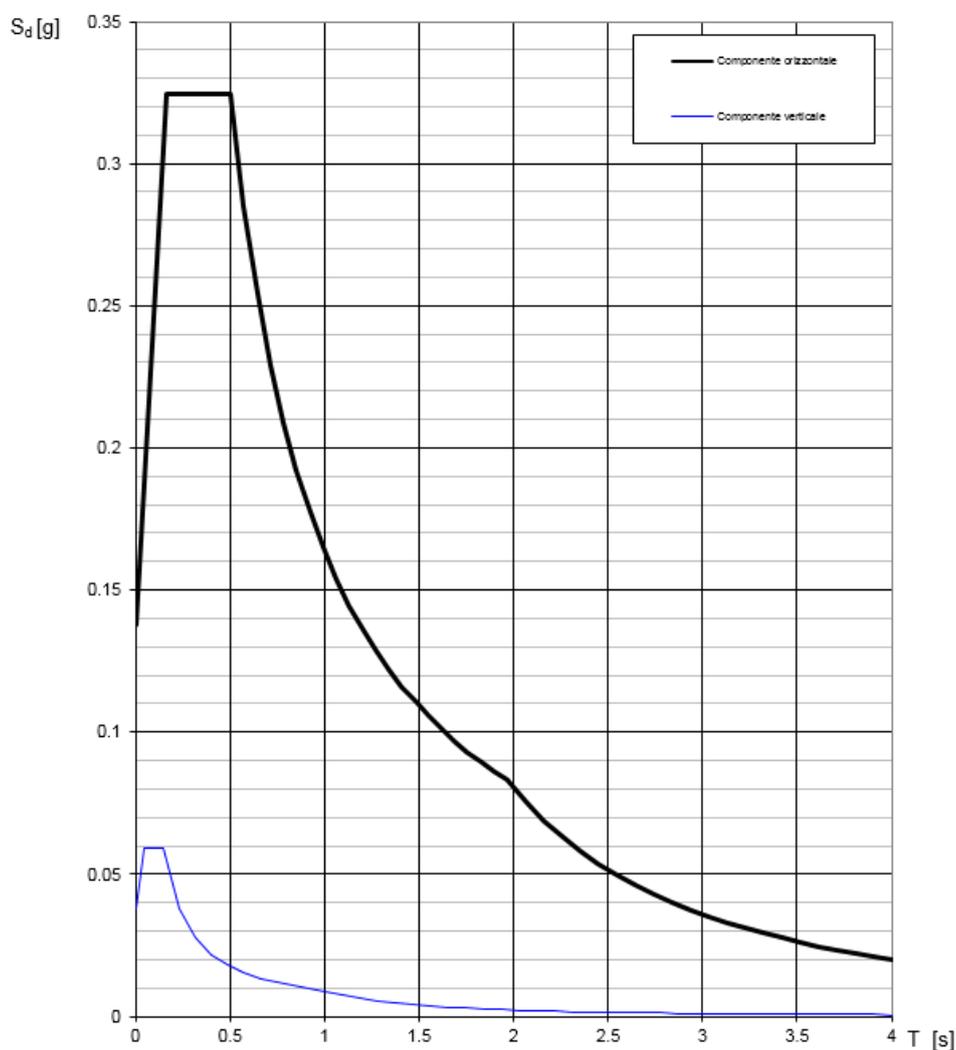


Figura 8: Spettri di risposta elastici\_SLD (Componente orizzontale e verticale)

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 28 di 100

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.092 g
$F_0$	2.351
$T_C$	0.335 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.507
$S_T$	1.000
$q$	1.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.168 s
$T_C$	0.504 s
$T_D$	1.968 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.138
$T_B$ ←	0.168	0.324
$T_C$ ←	0.504	0.324
	0.574	0.285
	0.644	0.254
	0.714	0.229
	0.783	0.209
	0.853	0.192
	0.923	0.177
	0.992	0.165
	1.062	0.154
	1.132	0.145
	1.201	0.136
	1.271	0.129
	1.341	0.122
	1.410	0.116
	1.480	0.111
	1.550	0.106
	1.619	0.101
	1.689	0.097
	1.759	0.093
	1.828	0.089
	1.898	0.086
$T_D$ ←	1.968	0.083
	2.065	0.076
	2.161	0.069
	2.258	0.063
	2.355	0.058
	2.452	0.054
	2.548	0.050
	2.645	0.046
	2.742	0.043
	2.839	0.040
	2.936	0.037
	3.032	0.035
	3.129	0.033
	3.226	0.031
	3.323	0.029
	3.419	0.028
	3.516	0.026
	3.613	0.025
	3.710	0.023
	3.806	0.022
	3.903	0.021
	4.000	0.020

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>29 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>								

## Stato limite di collasso

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di collasso e la tabella dei parametri rispettivi.

### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC

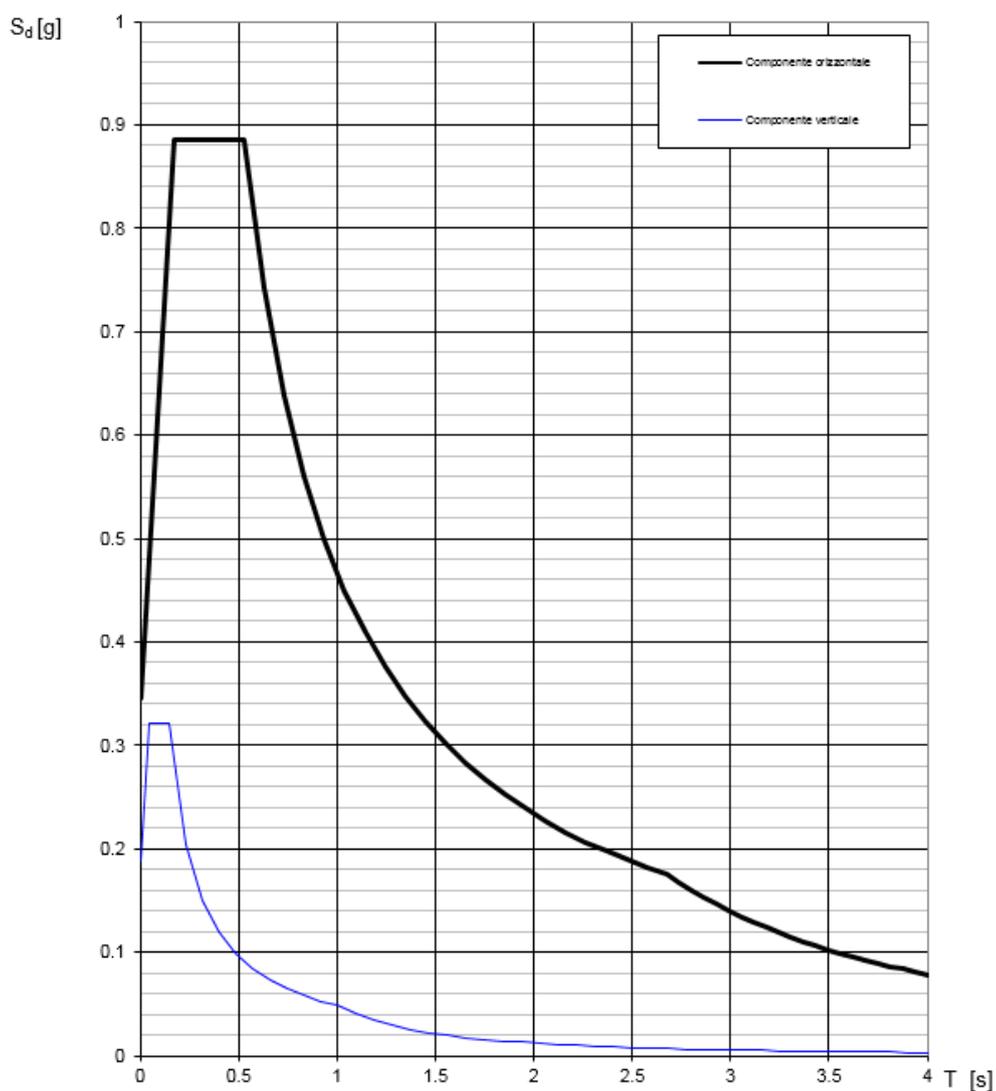


Figura 9: Spettri di risposta elastici\_SLC (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>
	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>
	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>30 di 100</b>

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0.269 g
$F_0$	2.560
$T_C$	0.359 s
$S_S$	1.287
$C_C$	1.472
$S_T$	1.000
$q$	1.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.287
$\eta$	1.000
$T_B$	0.176 s
$T_C$	0.529 s
$T_D$	2.675 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.346
$T_B$	0.176	0.886
$T_C$	0.529	0.886
	0.631	0.742
	0.733	0.639
	0.835	0.560
	0.937	0.499
	1.040	0.450
	1.142	0.410
	1.244	0.376
	1.346	0.348
	1.448	0.323
	1.551	0.302
	1.653	0.283
	1.755	0.267
	1.857	0.252
	1.960	0.239
	2.062	0.227
	2.164	0.216
	2.266	0.207
	2.368	0.198
	2.471	0.189
	2.573	0.182
$T_D$	2.675	0.175
	2.738	0.167
	2.801	0.160
	2.864	0.153
	2.927	0.146
	2.990	0.140
	3.054	0.134
	3.117	0.129
	3.180	0.124
	3.243	0.119
	3.306	0.115
	3.369	0.110
	3.432	0.106
	3.495	0.102
	3.558	0.099
	3.621	0.095
	3.685	0.092
	3.748	0.089
	3.811	0.086
	3.874	0.083
	3.937	0.081
	4.000	0.078

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 31 di 100

### Stato limite di operatività

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di operatività e la tabella dei parametri rispettivi.

#### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO

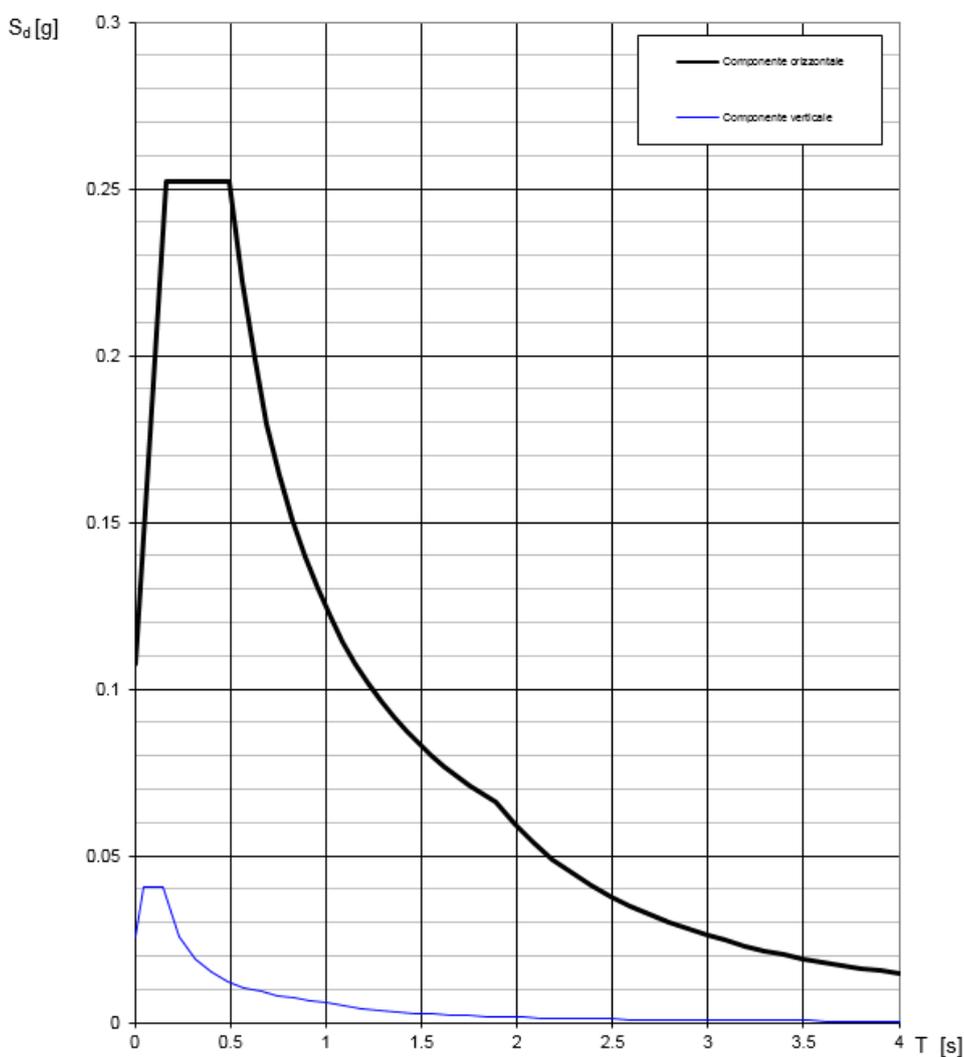


Figura 10: Spettri di risposta elastici\_SLO (Componente orizzontale e verticale)

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 32 di 100

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
$a_g$	0.072 g
$F_0$	2.345
$T_C$	0.324 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.523
$S_T$	1.000
$q$	1.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.165 s
$T_C$	0.494 s
$T_D$	1.887 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.108
$T_B$	0.165	0.252
$T_C$	0.494	0.252
	0.560	0.222
	0.626	0.199
	0.693	0.180
	0.759	0.164
	0.825	0.151
	0.892	0.140
	0.958	0.130
	1.024	0.121
	1.091	0.114
	1.157	0.108
	1.223	0.102
	1.290	0.096
	1.356	0.092
	1.422	0.087
	1.489	0.084
	1.555	0.080
	1.621	0.077
	1.688	0.074
	1.754	0.071
	1.820	0.068
$T_D$	1.887	0.066
	1.987	0.059
	2.088	0.054
	2.189	0.049
	2.289	0.045
	2.390	0.041
	2.491	0.038
	2.591	0.035
	2.692	0.032
	2.792	0.030
	2.893	0.028
	2.994	0.026
	3.094	0.025
	3.195	0.023
	3.296	0.022
	3.396	0.020
	3.497	0.019
	3.597	0.018
	3.698	0.017
	3.799	0.016
	3.899	0.015
	4.000	0.015

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. PAGINA A 33 di 100

### Incremento di spinta sismica del terreno

L'incremento di spinta sismica esercitata dal terreno sui paramenti verticali dell'opera è stato valutato sulla base del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ , dell'altezza  $H$  del piedritto e del peso specifico  $\gamma$  del terreno, mediante la seguente espressione (Wood J.H., 1973):

$$\Delta P_d = \gamma \cdot k_h \cdot H^2$$

Con  $k_h$  valutato con la formula:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

dove

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

L'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

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

Il coefficiente  $\beta$  assume valori unitari conformemente con quanto prescritto dalla normativa per strutture che non sono in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno.

Risulta pertanto:

$$k_h = 0.3$$

Si è applicata dunque una pressione uniforme sulla parete interessata, pari a  $\Delta P/H$ :

$$p = 42.9 \text{ kN/m}^2$$

### Forze d'inerzia per sisma orizzontale

L'azione inerziale è stata valutata, nella direzione del sisma, secondo la seguente espressione:

$$F_h = W_i \times k_h$$



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>		<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>				
<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.    PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A    35 di 100

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

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

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

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

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

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

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  e quelli dei coefficienti di combinazione  $\psi_{ij}$  sono stati desunti dal par. 5.2.3.3.1 del DM 14.1.2008. Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento.

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.03.00.003 A 36 di 100

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Figura 11: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	$\mathcal{E}1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\mathcal{E}2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$\mathcal{E}3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\mathcal{E}4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

<sup>(1)</sup> 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

<sup>(2)</sup> Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 12: Valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008

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>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA <b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    FV.03.00.003    A    37 di 100</b>	

Sulla base dei criteri esposti sopra, si riportano nel prospetto di seguito i coefficienti dedotti per ciascuna delle combinazioni di carico adottate nell'analisi strutturale, per i diversi stati limite.

N°Comb.	Stato limite	Codice Comb.	Casi di carico											
			Peso proprio	Permanenti non strutturali	Spinta terreno	Spinta da carichi da traffico	Accidentale e folla	SLV-X	SLV-Y	SLD-X	SLD-Y	SLC-X	SLO-X	SLO-Y
1	SLU	SLU 1	1.35	1.5	1.5	1.45	1.05	-	-	-	-	-	-	-
2		SLU 2	1.35	1.5	1.5	1.16	1.5	-	-	-	-	-	-	-
3	SLE RARA	SLE RA 1	1	1	1	1	0.7	-	-	-	-	-	-	-
4		SLE RA 2	1	1	1	0.8	1	-	-	-	-	-	-	-
5	SLE FREQUENTE	SLE FR 1	1	1	1	0.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-
6		SLE FR 2	1	1	1	0.2	0.7	-	-	-	-	-	-	-
7	SLE QUASI PERMANENTE	SLE QP 1	1	1	1	0.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-
8	SL SALVAGUARDIA VITA	SLV1	1	1	1			1	0.3	-	-	-	-	-
9		SLV2	1	1	1			1	-0.3	-	-	-	-	-
10		SLV3	1	1	1			-1	0.3	-	-	-	-	-
11		SLV4	1	1	1			-1	-0.3	-	-	-	-	-
12		SLV5	1	1	1			0.3	1	-	-	-	-	-
13		SLV6	1	1	1			0.3	-1	-	-	-	-	-
14		SLV7	1	1	1			-0.3	1	-	-	-	-	-
15		SLV8	1	1	1			-0.3	-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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>												
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FV.03.00.003</td> <td>A</td> <td>38 di 100</td> </tr> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	38 di 100								

16	SL DANNO	SLD1	1	1	1			-	-	1	0.3	-	-	-
17		SLD2	1	1	1			-	-	1	-0.3	-	-	-
18		SLD3	1	1	1			-	-	-1	0.3	-	-	-
19		SLD4	1	1	1			-	-	-1	-0.3	-	-	-
20		SLD5	1	1	1			-	-	0.3	1	-	-	-
21		SLD6	1	1	1			-	-	0.3	-1	-	-	-
22		SLD7	1	1	1			-	-	-0.3	1	-	-	-
23		SLD8	1	1	1			-	-	-0.3	-1	-	-	-
24	SL COLL ASSO	SLC1	1	1	1			-	-	-	-	1	-	-
25		SLC2	1	1	1			-	-	-	-	-1	-	-
26	SL OPERATIVITA	SLO1	1	1	1			-	-	-	-	-	1	0.3
27		SLO2	1	1	1			-	-	-	-	-	1	-0.3
28		SLO3	1	1	1			-	-	-	-	-	-1	0.3
29		SLO4	1	1	1			-	-	-	-	-	-1	-0.3
30		SLO5	1	1	1			-	-	-	-	-	0.3	1
31		SLO6	1	1	1			-	-	-	-	-	0.3	-1
32		SLO7	1	1	1			-	-	-	-	-	-0.3	1
33		SLO8	1	1	1			-	-	-	-	-	-0.3	-1

Figura 13: Coefficienti di combinazione

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	39 di 100

## 8 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 precedenti paragrafi.

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

### 8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

#### 8.1.1 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 2: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	40 di 100

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

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

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

b)  $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

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

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

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

$$w_d = 1,7 w_m$$

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

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

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

### **8.1.2 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".

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 41 di 100

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

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

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

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.

## 8.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

### 8.2.1 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 ( $\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$ )

### 8.2.2 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:

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

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 <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	42 di 100				

con:

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

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

e dove:

$d$  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:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>43 di 100</b>

- $d$  è l'altezza utile della sezione;
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione;
- $\sigma_{cp}$  è la tensione media di compressione della sezione;
- $A_{sw}$  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.

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A
				PAGINA 44 di 100		

## 9 CRITERI DI MODELLAZIONE

### 9.1 MODELLAZIONE FEM

La modellazione della struttura in esame è stata eseguita con il programma di calcolo agli elementi finiti Midas-Gen. È stato realizzato un modello di calcolo tridimensionale: tutti gli elementi strutturali del corpo rampe/scale sono stati descritti come elementi bidimensionali a piastra (shell), posizionati in corrispondenza degli assi medi degli elementi, cui sono stati assegnati gli spessori corrispondenti. La dimensione degli elementi plate, del tipo quadrangolare, è dell'ordine di 0.50m.

L'interazione struttura-terreno è stata simulata mediante l'applicazione sugli elementi interessati di un sistema di molle alla Winkler, definite assumendo cautelativamente un modulo di reazione verticale  $K_v$  pari a  $20000 \text{ kN/m}^3$ .

Il modello tridimensionale agli elementi finiti è schematizzato nelle figure seguenti.

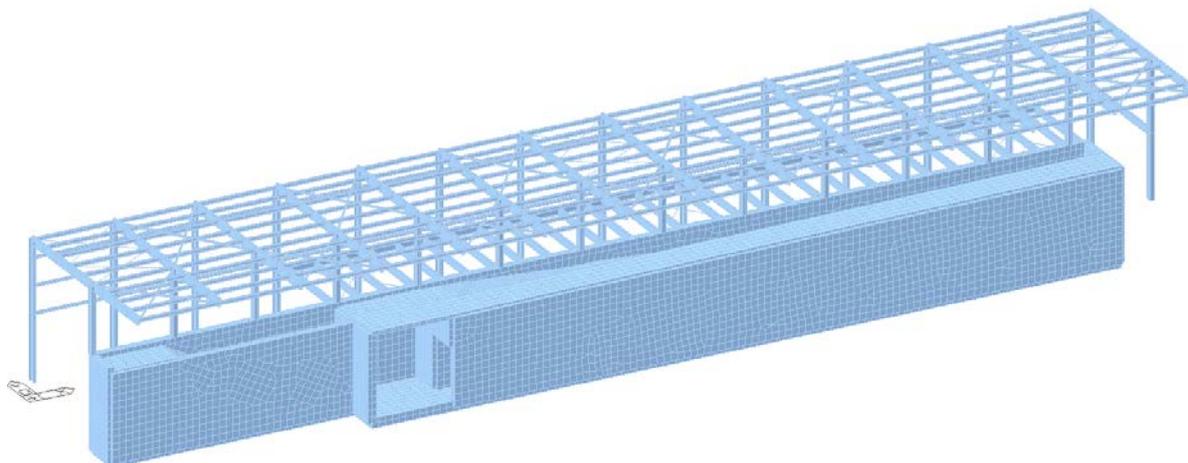


Figura 14: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	45 di 100



Figura 15: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale

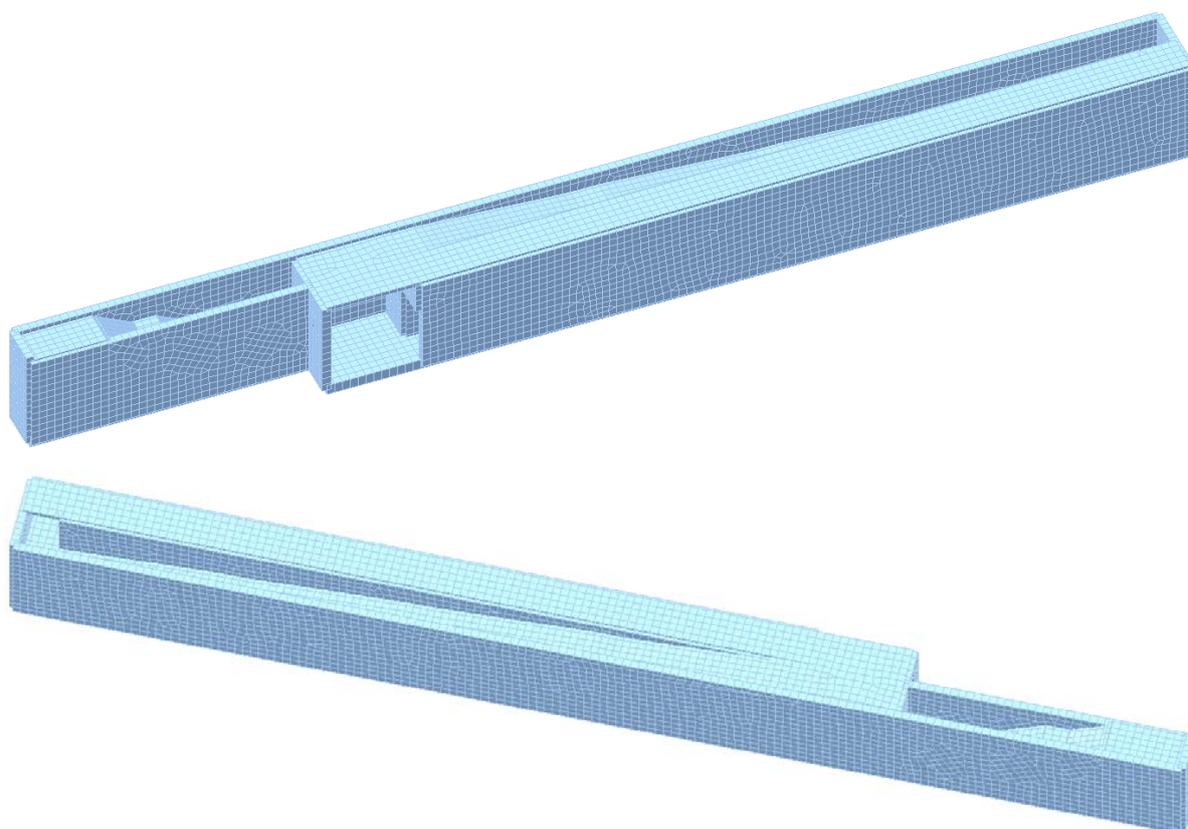


Figura 16: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D Corpo rampe e scale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A
				PAGINA 46 di 100		

### 9.1.1 Geometria

Le proprietà geometriche che contraddistinguono gli elementi strutturali modellati possono essere individuate mediante la legenda associata ai colori del modello.

	Soletta copertura s=0.3m
	Soletta fondazione s=0.7m
	Pareti verticali s=0.5m
	Pareti verticali s=0.6m
	Soletta rampe/scale s=0.2m
	Pareti verticali s=0.4m

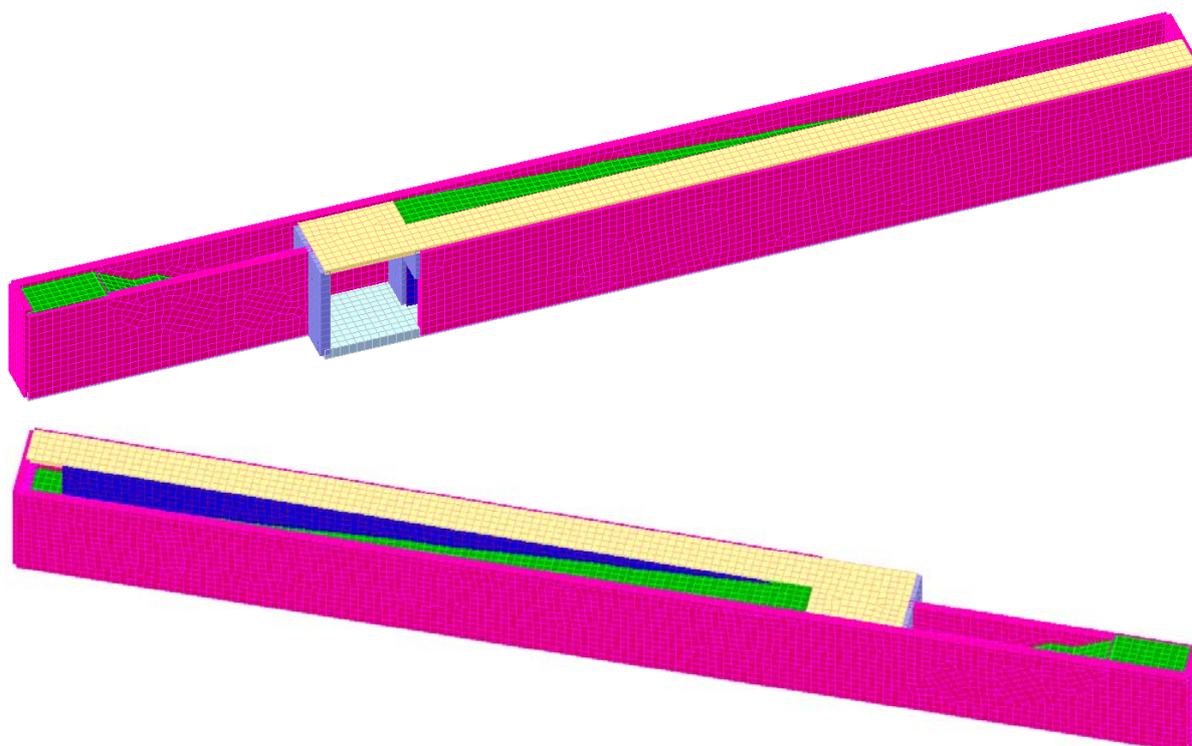


Figura 17: Modello FEM 3D – Geometria degli elementi

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	47 di 100

### 9.1.2 Carichi applicati

I carichi definiti nell'analisi esibita in precedenza sono stati applicati come carichi superficiali sulla struttura. Le tamponature sono state applicate come carichi di linea sugli elementi interessati.

Le distribuzioni di carico considerate, in accordo con quanto esposto precedentemente, sono le seguenti:

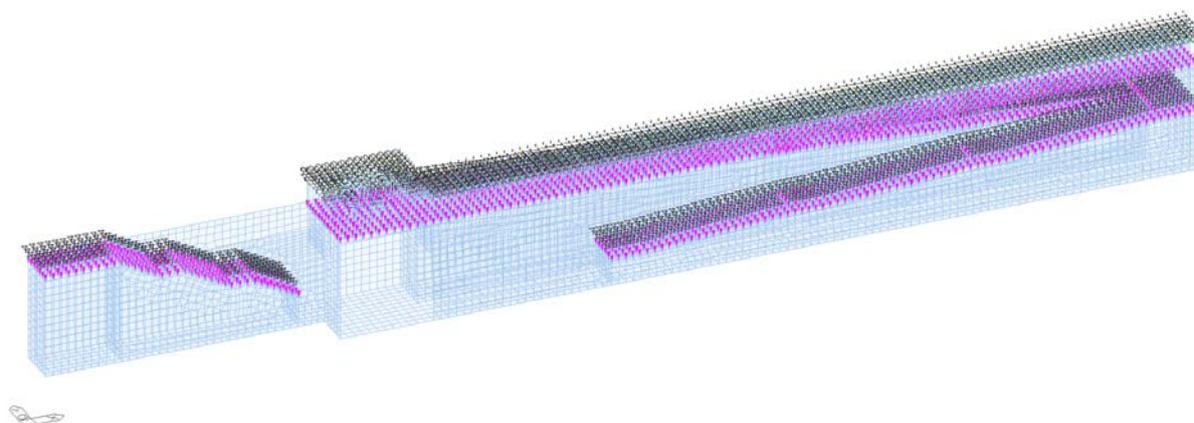


Figura 18: Modello FEM 3D – Applicazione dei carichi permanenti

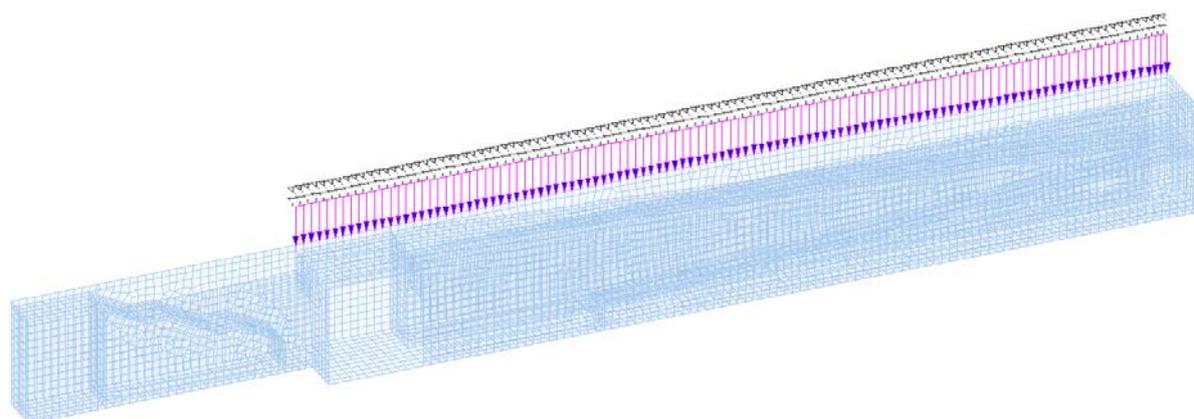


Figura 19: Modello FEM 3D – Applicazione del carico delle tamponature

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>48 di 100</b>

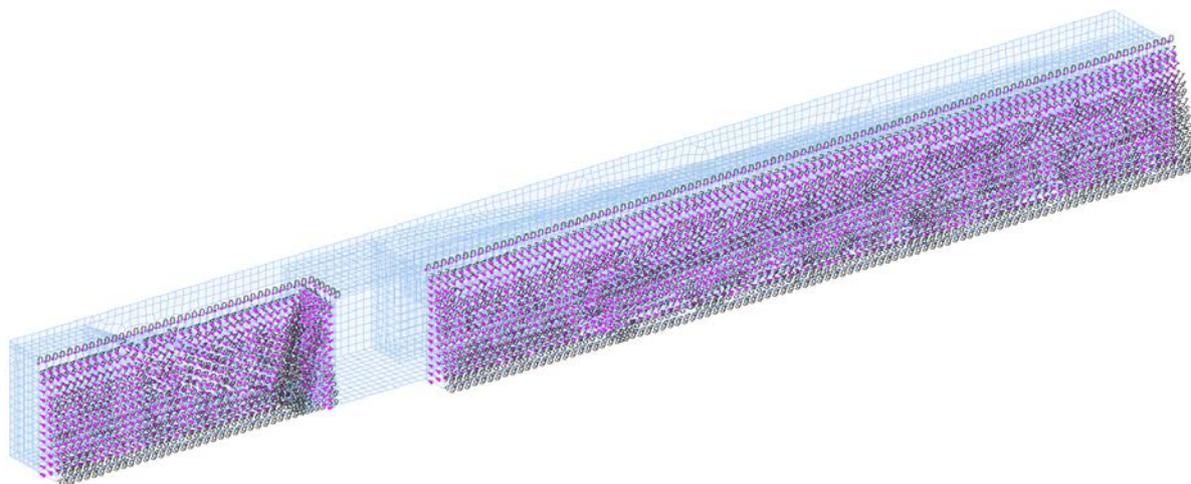


Figura 20: Modello FEM 3D – Applicazione della spinta delle terre

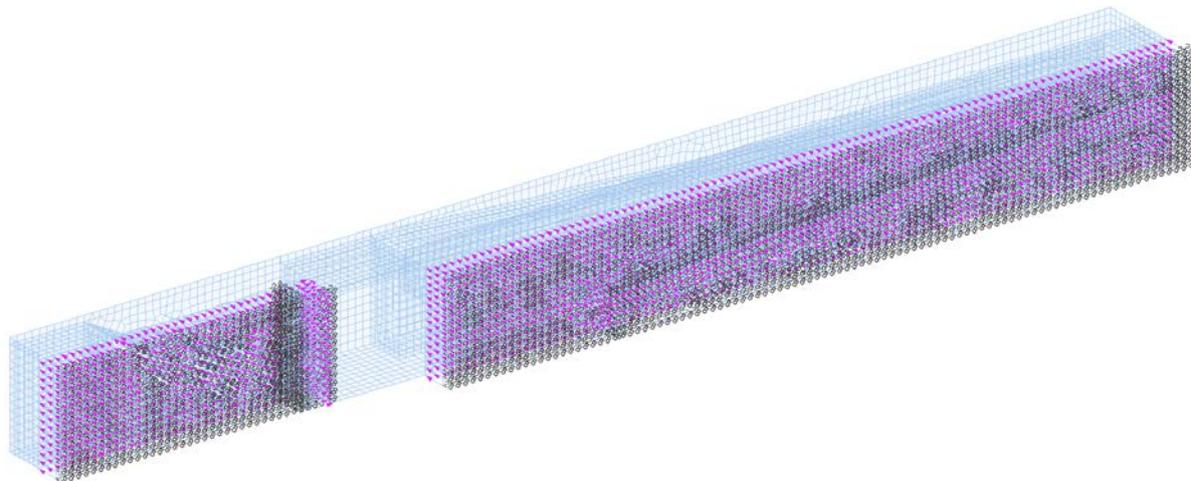


Figura 21: Modello FEM 3D – Applicazione della spinta associata ai carichi verticali da traffico ferroviario

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>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>49 di 100</b>

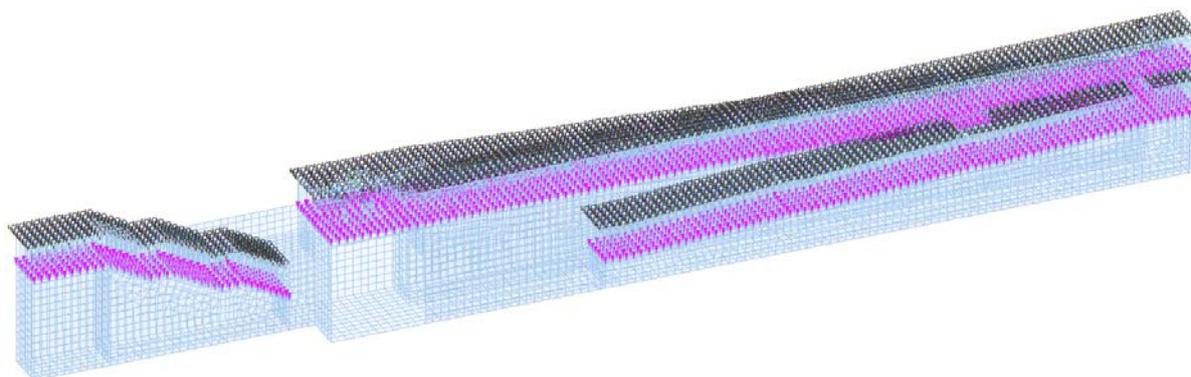


Figura 22: Modello FEM 3D – Applicazione del carico accidentale connesso alla presenza della folla

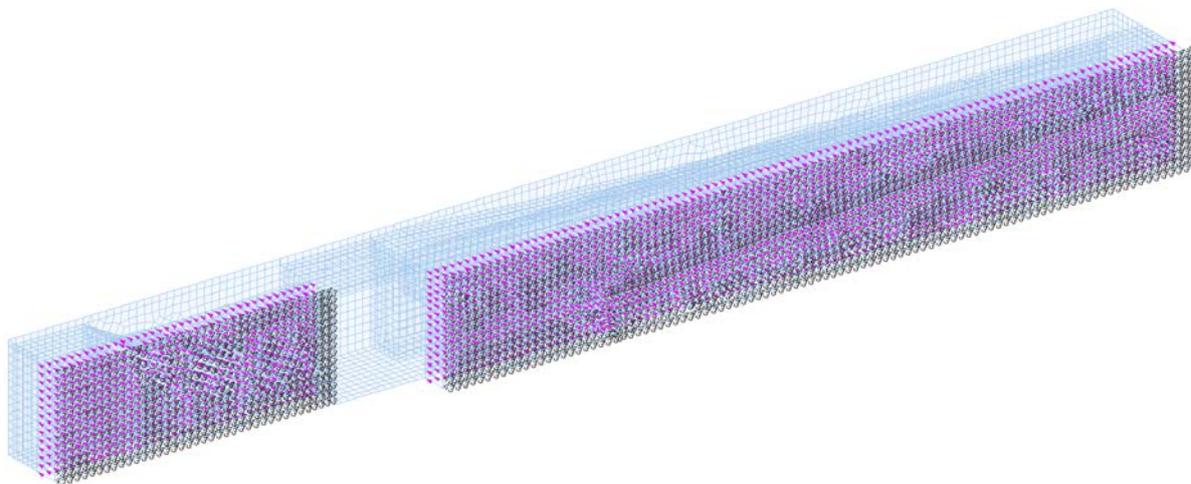


Figura 23: Modello FEM 3D – Applicazione dell'incremento di spinta sismico

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 50 di 100

## 10 ANALISI DEI RISULTATI

Si esibiscono di seguito i risultati dell'analisi strutturale condotta sul modello globale della struttura, per mezzo del software di calcolo descritto in precedenza.

### 10.1 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi in termini di sollecitazioni degli elementi strutturali, estrapolati dal modello considerando l'involuppo massimo delle combinazioni SLU e SLE. In particolare, nelle figure seguenti sono stati filtrati i diagrammi dei momenti flettenti, in modo da evidenziare, per ciascuna sezione di verifica, il campo dell'elemento strutturale coperto e quello che invece richiede una sezione maggiormente armata. Nelle figure la zona colorata è coperta dall'armatura considerata, mentre la zona in bianco, in continuità con il valore massimo visualizzato, necessita di un incremento di armatura.

#### 10.1.1 Soletta copertura $s=0.3m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y

SEZIONI SOLETTA COPERTURA			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y1=100x30	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	6	0	50	6.31	231.6	98.5
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	6					

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

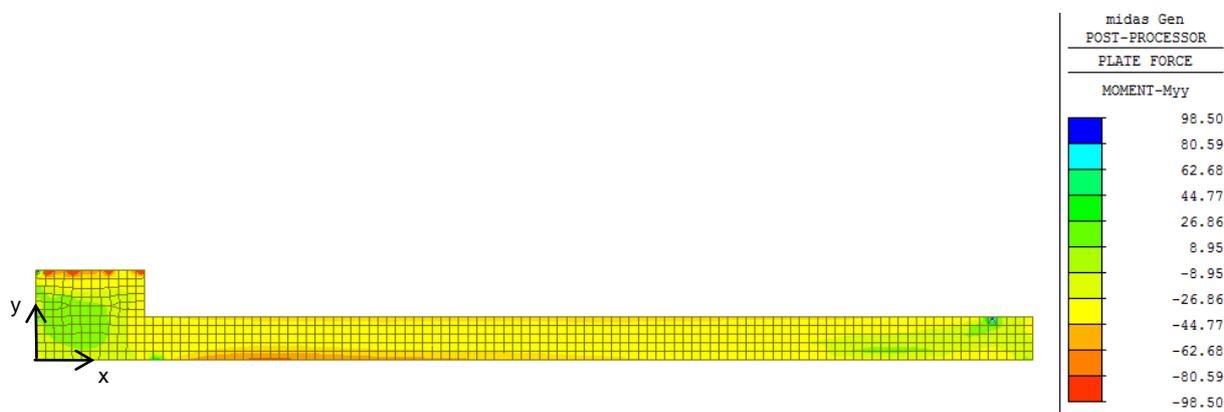


Figura 24: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

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> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	51 di 100

### Combinazione SLE

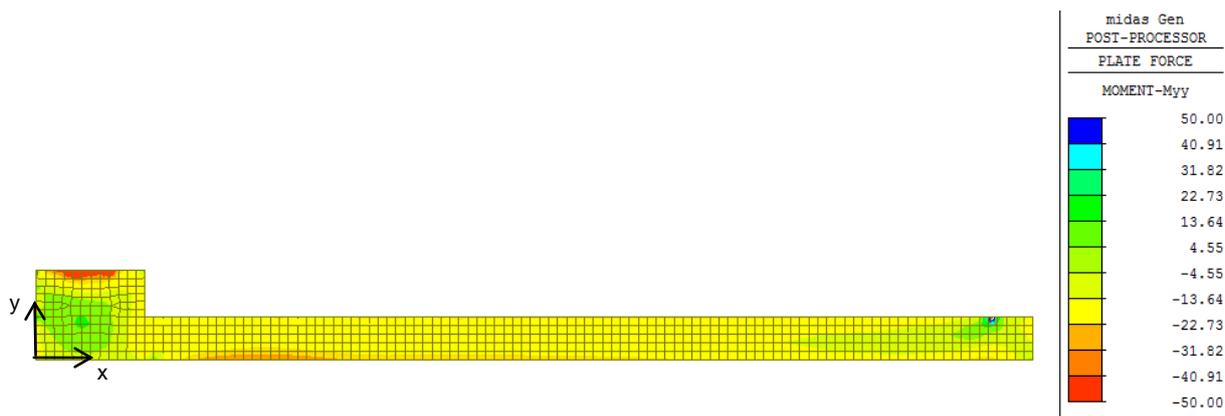


Figura 25: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

### 10.1.2 Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI SOLETTA COPERTURA			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X1=100x30	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	43	6.34	210.7	100.2
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	7.6					

SEZIONI SOLETTA COPERTURA			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X2=100x30	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	90	8.98	206.8	163.8
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	7.6					

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>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>52 di 100</b>

Filtro sollecitazioni con sezione X1  
 Combinazione SLU

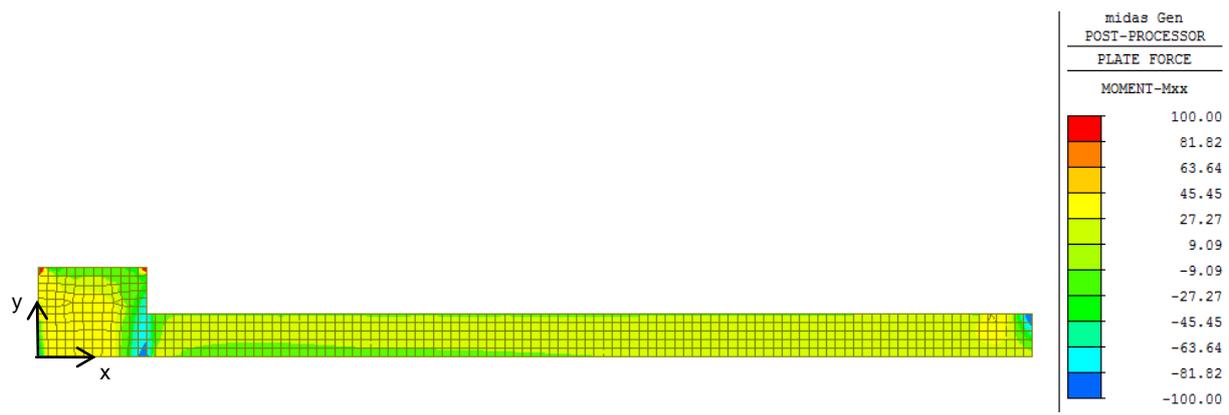


Figura 26: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

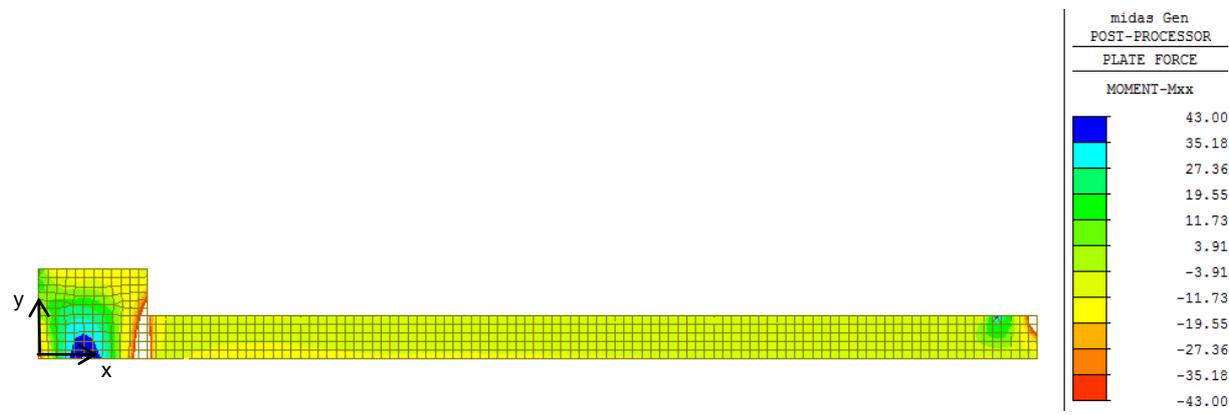


Figura 27: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

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>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>		REV. <b>A</b>

Filtro sollecitazioni con sezione X2

Combinazione SLU

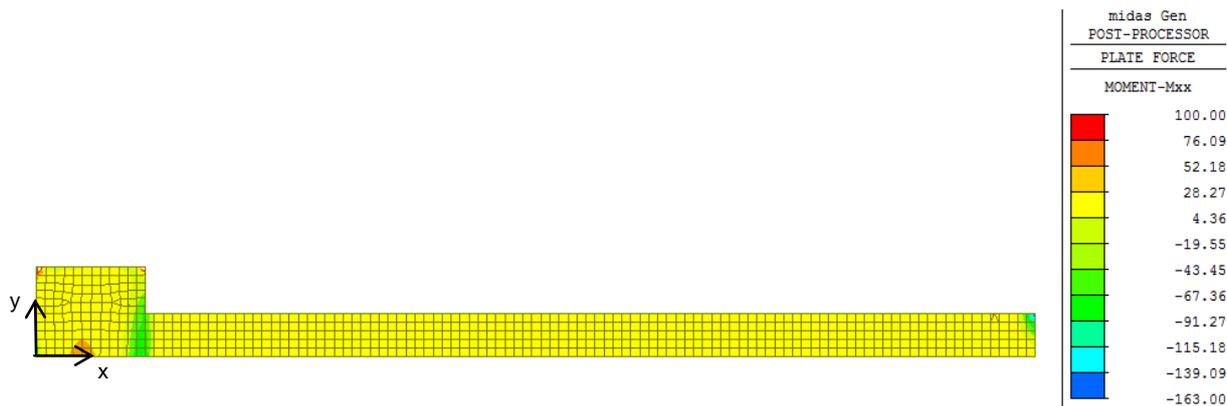


Figura 28: X2 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

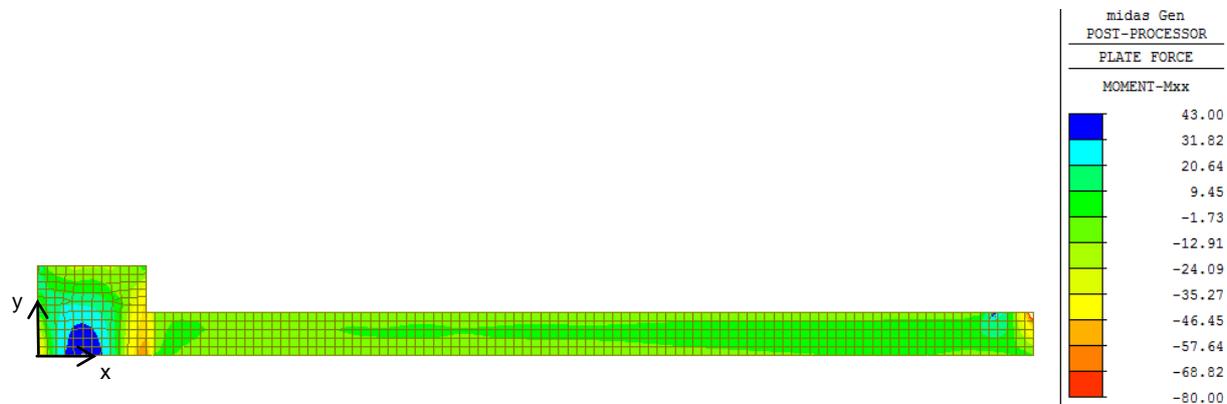


Figura 29: X2 – SLE – Mxx (kNm/m)

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>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 54 di 100

### 10.1.3 Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a taglio

Si predispose un'armatura base costituita da spilli  $\Phi 12$  a 2 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> $\text{Cot } \phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$				
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>				
$h$	=	30	cm	$V_{Rsd} = 103.56 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$			
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} = 759.02 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$			
$d$	=	$h-c$	= 26	cm	$V_{Rd} = 103.56 \text{ (KN)}$	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$		
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> $\text{Cot } \phi = 1$ $\phi = 45^\circ$				
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>				
$R_{ck}$	=	40	MPa	$V_{Rsd} = 41.42 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$			
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} = 1100.58 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$			
$f_{ck}$	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2	MPa	$V_{Rd} = 41.42 \text{ (KN)}$	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$		
$f_{cd}$	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81	MPa	<b>IPOTESI 3</b> $\text{Cot } \phi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata			
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				$\cot(\theta) = 7.22$ (calcolato)	$\cot(\theta) = 2.50$ (limitato)			
$\phi_{st}$	=	12		$\theta = 7.88^\circ$				
braccia	=	2		$V_{Rsd} = 299.10 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$			
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rcd} = 299.10 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$			
braccia	=	0		$V_{Rd} = 299.10 \text{ (KN)}$				
passo	=	50	cm	<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>				
$(A_{sw} / s)$	=	4.524	$\text{cm}^2 / \text{m}$	$V_{Rd} = 104 \text{ (KN)}$				
$\alpha$	=	90	$^\circ$ (90° staffe verticali)					
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>								
$\phi$	=							
Numero	=							
$A_{sl}$	=	0.000	$\text{cm}^2$					
<b>TAGLIO AGENTE</b>				$V_{Ed} =$				
<b>SFORZO NORMALE</b>				$N_{Ed} =$				

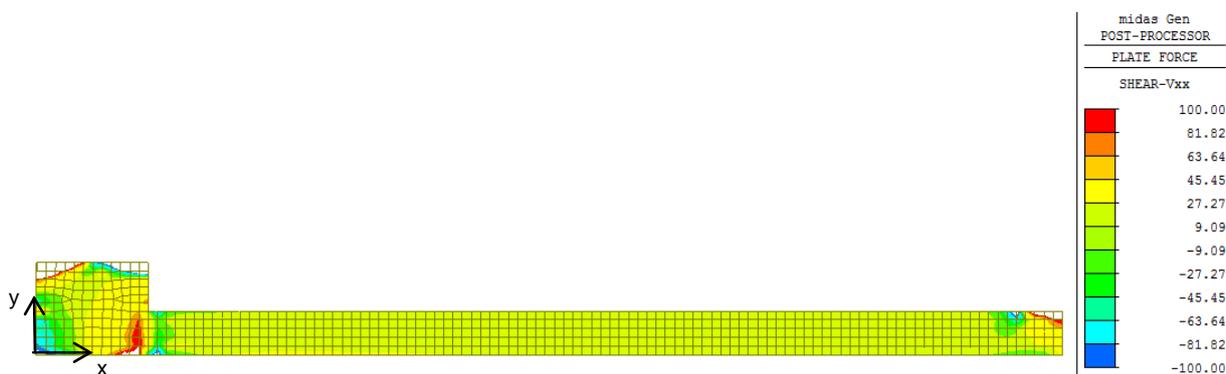


Figura 30: SLU-  $V_{xx}$  (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE: Mandataria: <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> 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
PROGETTISTA: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.03.00.003 A 55 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	

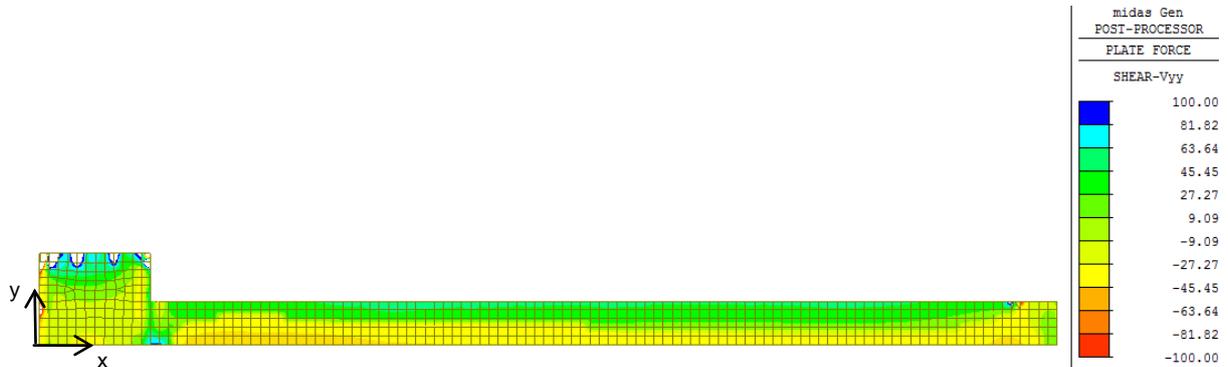


Figura 31: SLU- Vyy(kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

Si predispone un'armatura di infittimento, nelle zone non verificate da quella base, costituita da spilli  $\phi 12$  a 4 bracci passo 25cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b> $b_w = 100$ cm $h = 30$ cm $c = 4$ cm $d = h - c = 26$ cm		<b>IPOTESI 1</b> $Cot \phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$	
<b>MATERIALI</b> $f_{ywd} = 391.30$ MPa $R_{ck} = 40$ MPa $\gamma_c = 1.5$ $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 33.2$ MPa $f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / \gamma_c = 18.81$ MPa		<b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 414.23$ (KN) $V_{Rcd} = 759.02$ (KN) $V_{Rd} = 414.23$ (KN)	
<b>ARMATURE A TAGLIO</b> $\phi_{st} = 12$ braccia = 4 $\phi_{st2} = 0$ braccia = 0 passo = 25 cm $(A_{sw} / s) = 18.096$ cm <sup>2</sup> / m $\alpha = 90^\circ$ (90° staffe verticali)		<b>IPOTESI 2</b> $Cot \phi = 1$ $\phi = 45^\circ$	
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b> $\phi$ Numero $A_{sl} = 0.000$ cm <sup>2</sup>		<b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 165.69$ (KN) $V_{Rcd} = 1100.58$ (KN) $V_{Rd} = 165.69$ (KN)	
<b>TAGLIO AGENTE</b> $V_{Ed} =$ (KN) <b>SFORZO NORMALE</b> $N_{Ed} =$ (KN)		<b>IPOTESI 3</b> $Cot \phi$ in cui $V_{Rsd} = V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata $cot(\theta) = 3.50$ (calcolato) $cot(\theta) = 2.50$ (limitato) $\theta = 15.92^\circ$ $V_{Rsd} = 580.74$ (KN) $V_{Rcd} = 580.74$ (KN) $V_{Rd} = 580.74$ (KN)	
		<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b> $V_{Rd} = 414$ (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>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>56 di 100</b>

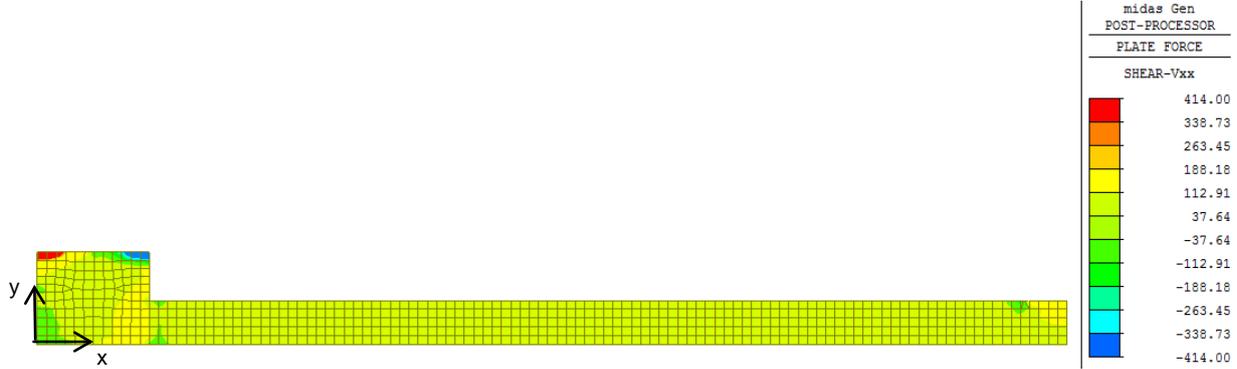


Figura 32: SLU- Vxx (kN/m) - ϕ12/25x25

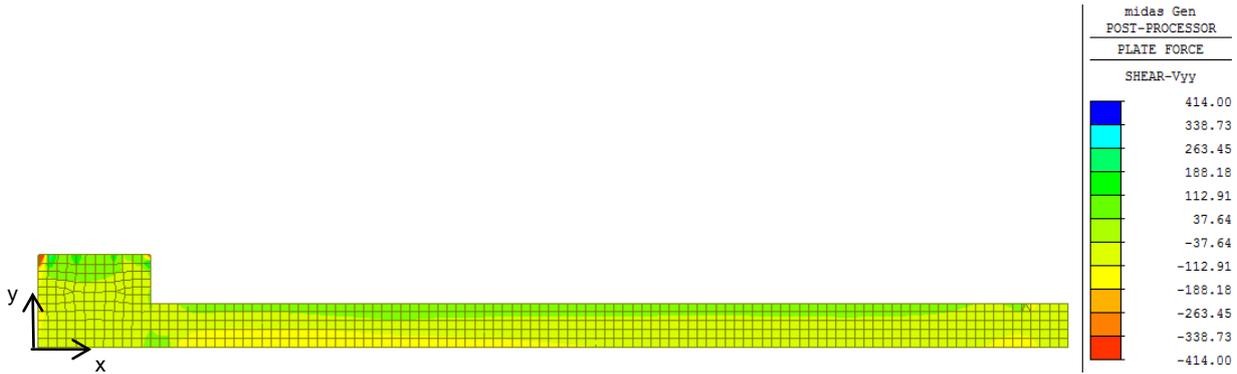


Figura 33: SLU- Vyy (kN/m) - ϕ12/25x25



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>58 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>								

Combinazione SLE

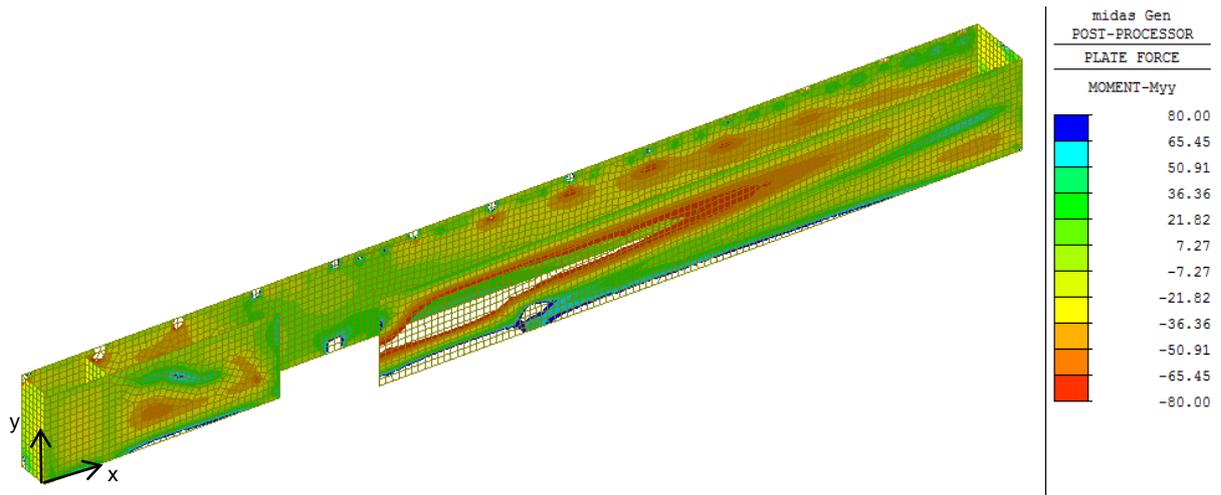


Figura 35: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

Filtro sollecitazioni con sezione Y2

Combinazione SLU

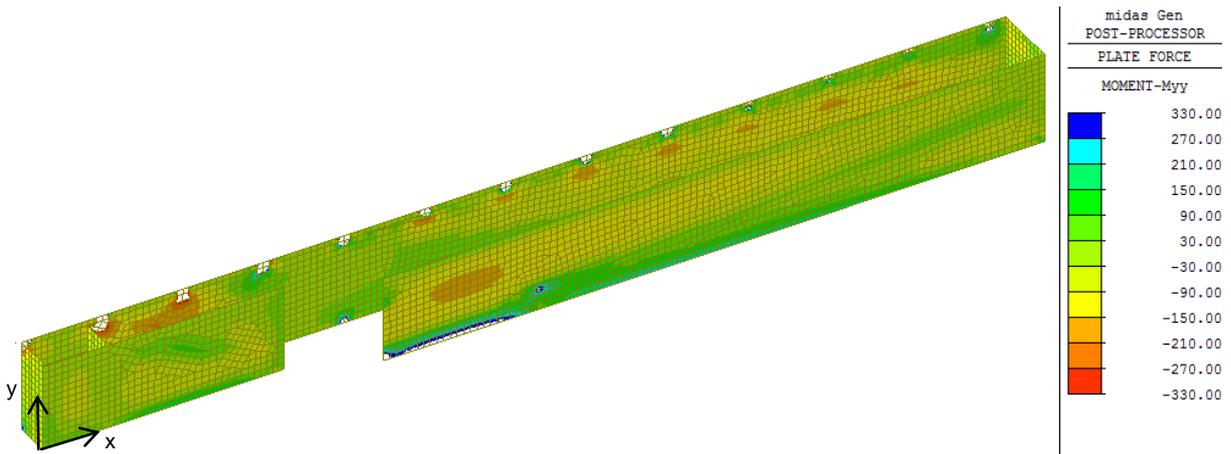


Figura 36: Y2 – SLU – Myy (kNm/m)

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>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 59 di 100

### Combinazione SLE

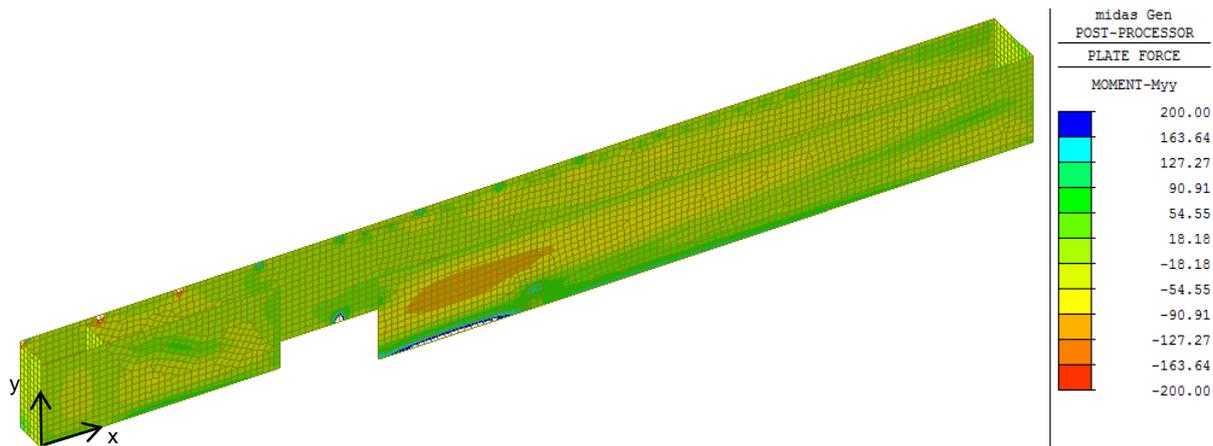


Figura 37: Y2 – SLE – Myy (kNm/m)

### Filtro sollecitazioni con sezione Y3

### Combinazione SLU

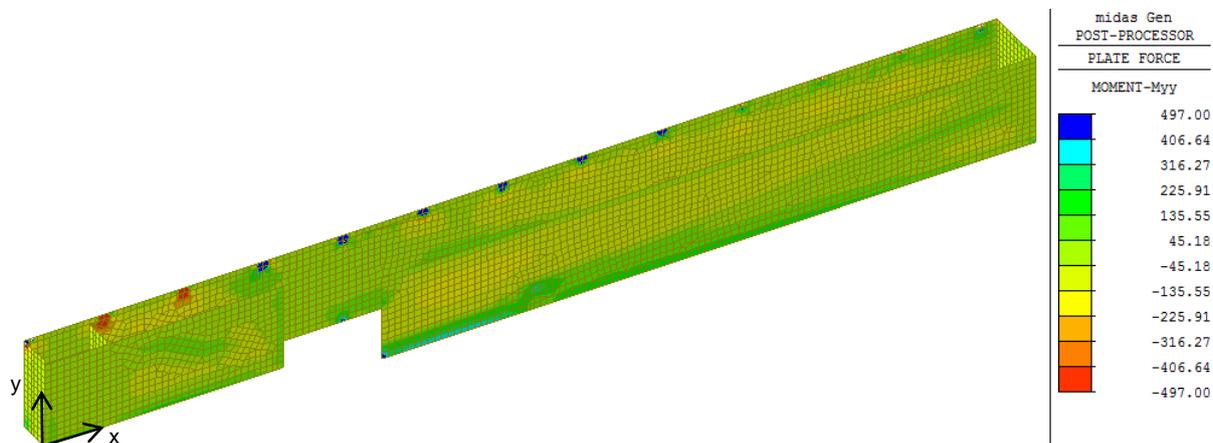


Figura 38: Y3 – SLU – Myy (kNm/m)

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>		<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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	60 di 100			

### Combinazione SLE

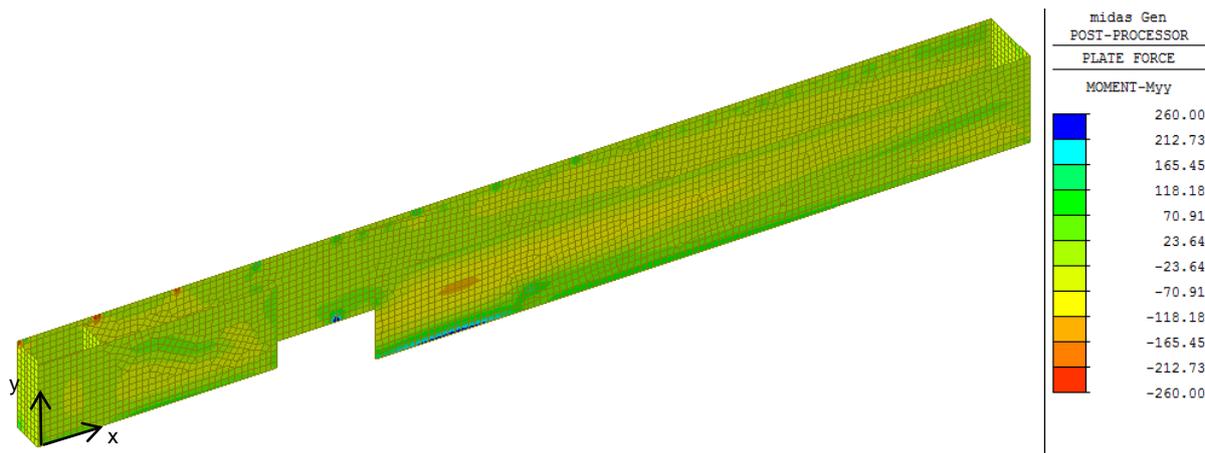


Figura 39: Y3 – SLE – Myy (kNm/m)

### 10.1.5 Pareti verticali $s=0.5m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X1=100x50	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	65	3.26	166	179
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	7.6					
SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X2=100x50	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	190	7.18	250	321
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	7.6					

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>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV.      PAGINA <b>A            61 di 100</b>

Filtro sollecitazioni con sezione X1  
 Combinazione SLU

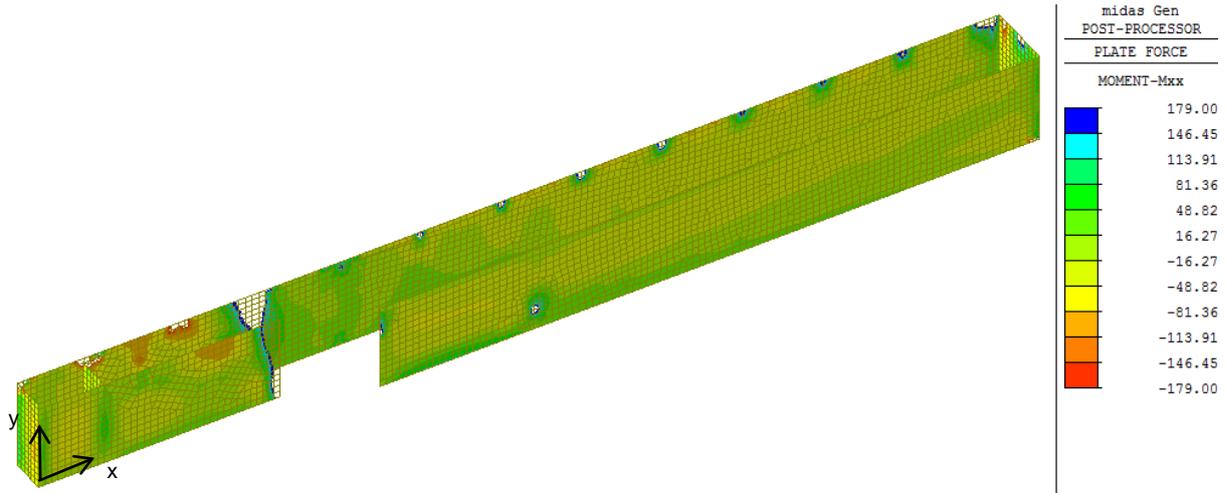


Figura 40: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

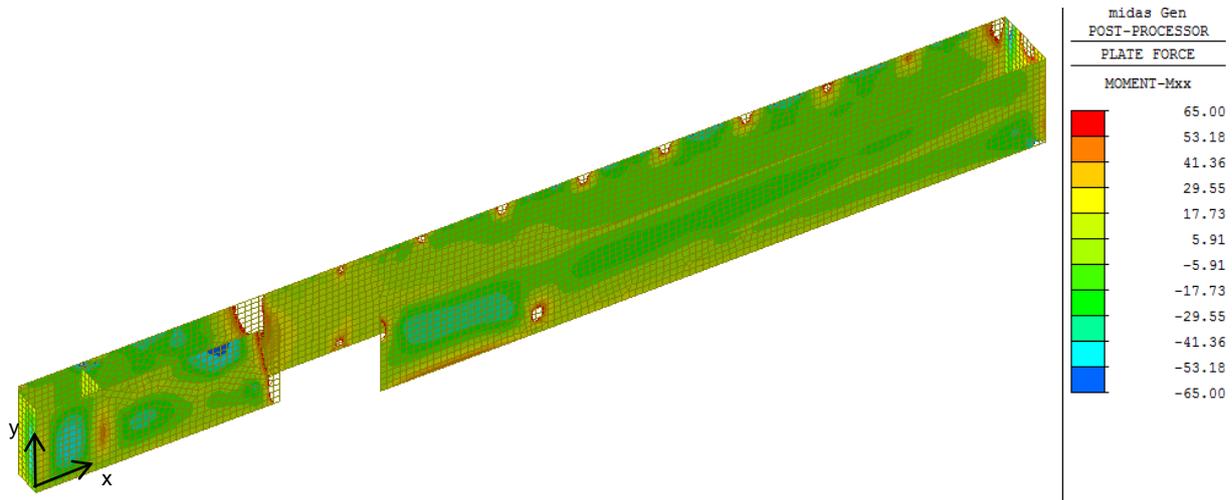


Figura 41: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

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>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE          OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI          CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>62 di 100</b>

Filtro sollecitazioni con sezione X2  
 Combinazione SLU

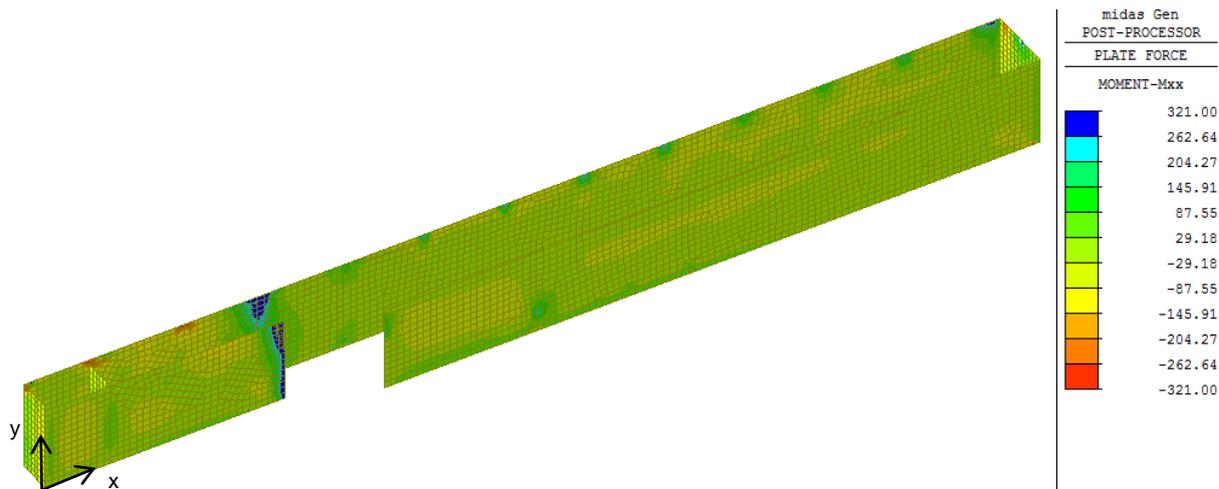


Figura 42: X2 – SLU – Mxx (kNm/m)

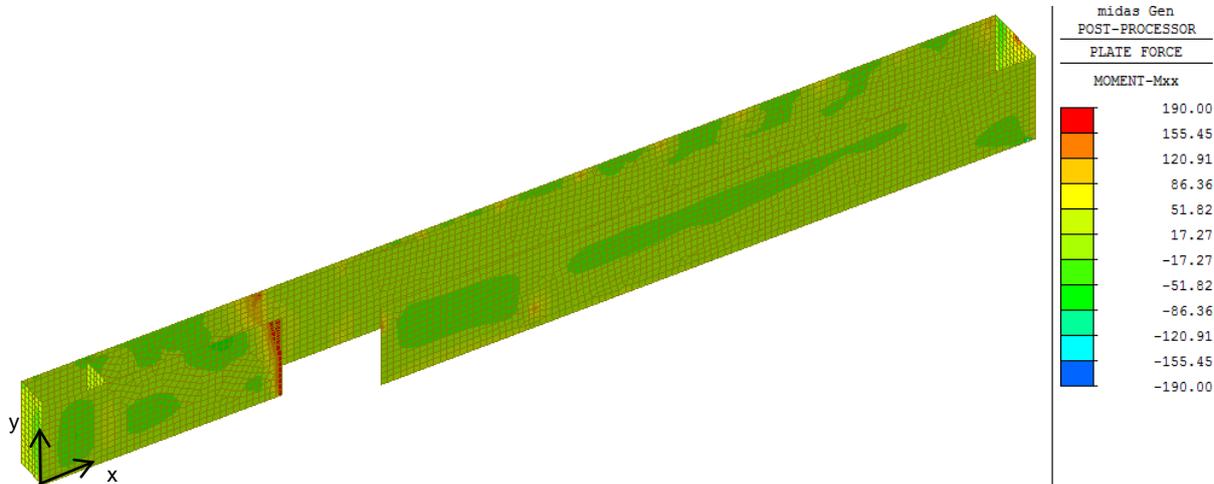


Figura 43: X2 – SLE – Mxx (kNm/m)

APPALTATORE: Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.03.00.003 A 63 di 100

### 10.1.6 Pareti verticali s=0.5m - Verifiche a taglio

Si predispose un'armatura base costituita da spilli  $\Phi 12$  a 2 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> Cot $\phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$			
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>			
$h$	=	50	cm	$V_{Rsd} =$	183.22 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} =$	1342.88 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
$d$	=	$h-c$	= 46 cm	$V_{Rd} =$	183.22 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> Cot $\phi = 1$ $\phi = 45^\circ$			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>			
$R_{ck}$	=	40	MPa	$V_{Rsd} =$	73.29 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} =$	1947.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
$f_{ck}$	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2 MPa	$V_{Rd} =$	73.29 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
$f_{cd}$	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa	<b>IPOTESI 3</b> Cot $\phi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata			
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				$\cot(\theta) =$	7.22 (calcolato)	$\cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
$\phi_{st}$	=	12		$\theta =$	7.88 °	$V_{Rsd} =$	529.18 (KN)
braccia	=	2		$V_{Rcd} =$	529.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rd} =$	529.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
braccia	=	0		<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
passo	=	50	cm	$V_{Rd} =$	183 (KN)		
$(A_{sw} / s)$	=	4.524	cm <sup>2</sup> / m				
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)				
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>							
$\phi$	=						
Numero	=						
$A_{sl}$	=	0.000	cm <sup>2</sup>				
<b>TAGLIO AGENTE</b>	$V_{Ed} =$		(KN)				
<b>SFORZO NORMALE</b>	$N_{Ed} =$		(KN)				

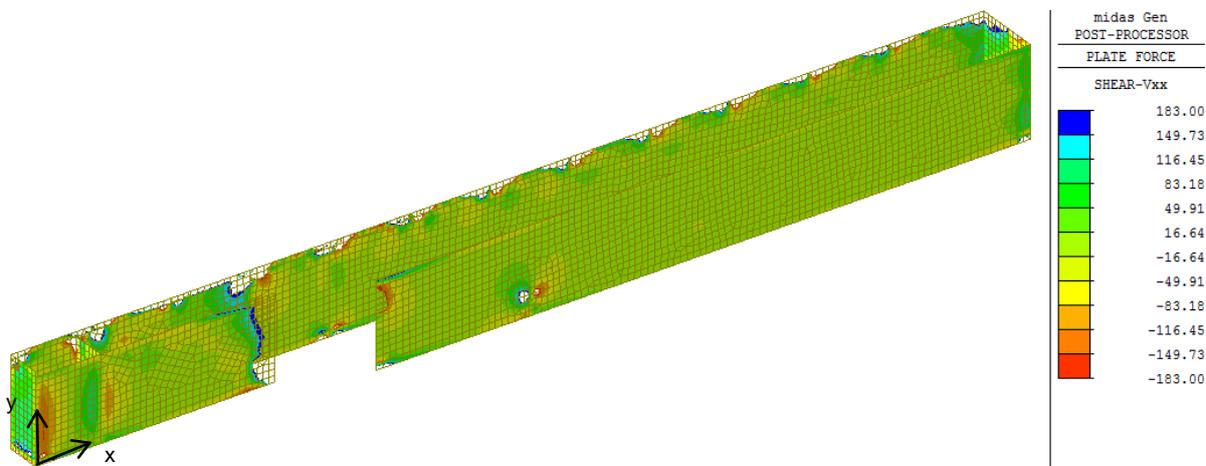


Figura 44: SLU-  $V_{xx}$  (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE: Mandataria: <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>				
PROGETTISTA: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 64 di 100

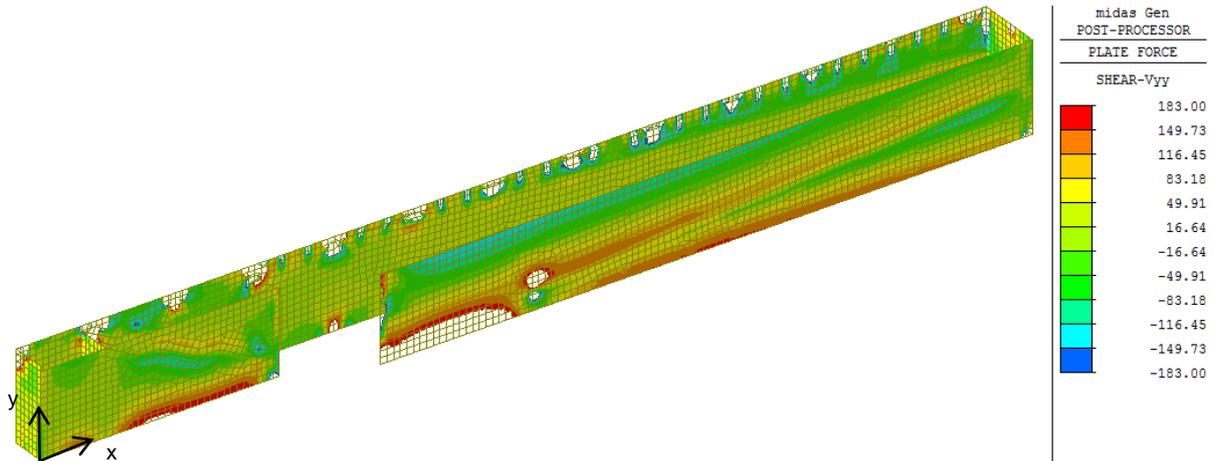


Figura 45: SLU- Vyy (kN/mw) -  $\phi 12/50 \times 50$

Si predispone un'armatura di infittimento, nelle zone non verificate da quella base, costituita da spilli  $\phi 12$  a 4 bracci passo 25cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> $\text{Cot } \phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$			
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>			
$h$	=	50	cm	$V_{Rsd} = 732.87 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$		
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} = 1342.88 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$d$	=	$h-c$	= 46 cm	$V_{Rd} = 732.87 \text{ (KN)}$	<b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>		
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> $\text{Cot } \phi = 1$ $\phi = 45^\circ$			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>			
$R_{ck}$	=	40	MPa	$V_{Rsd} = 293.15 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$		
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} = 1947.18 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$f_{ck}$	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2 MPa	$V_{Rd} = 293.15 \text{ (KN)}$	<b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>		
$f_{cd}$	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa	<b>IPOTESI 3</b> $\text{Cot } \phi$ in cui $V_{Rsd} = V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata			
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				$\text{cot}(\theta) = 3.50$ (calcolato)	$\text{cot}(\theta) = 2.50$ (limitato)		
$\phi_{st}$	=	12		$\theta = 15.92^\circ$			
braccia	=	4		$V_{Rsd} = 1027.47 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$		
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rcd} = 1027.47 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
braccia	=	0		$V_{Rd} = 1027.47 \text{ (KN)}$			
passo	=	25	cm	<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
$(A_{sw} / s)$	=	18.096	cm <sup>2</sup> / m	$V_{Rd} = 733 \text{ (KN)}$			
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)				
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>							
$\phi$	=						
Numero	=						
$A_{sl}$	=	0.000	cm <sup>2</sup>				
<b>TAGLIO AGENTE</b>				$V_{Ed} =$	(KN)		
<b>SFORZO NORMALE</b>				$N_{Ed} =$	(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 <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>65 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>								

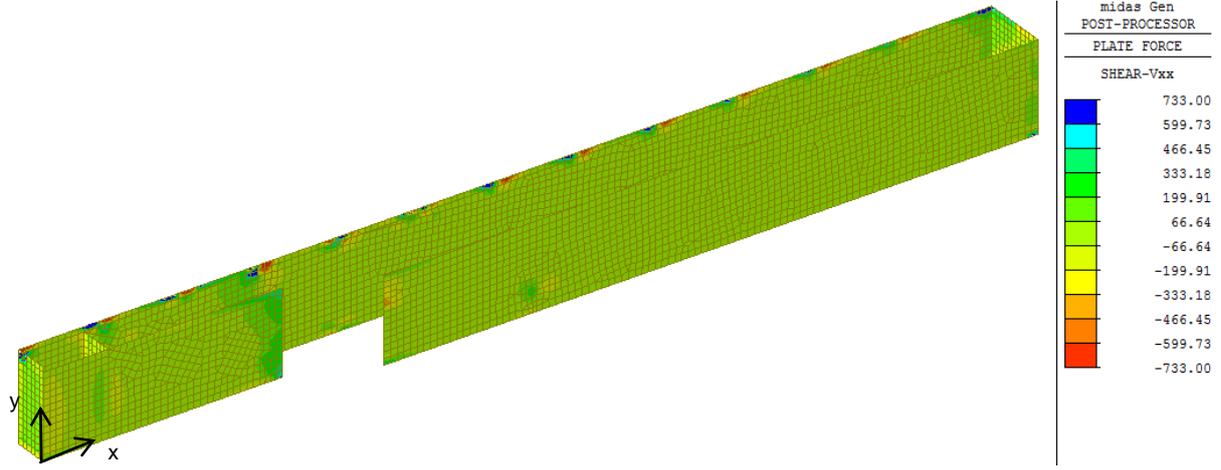


Figura 46: SLU- Vxx (kN) -  $\phi 12/25 \times 25$

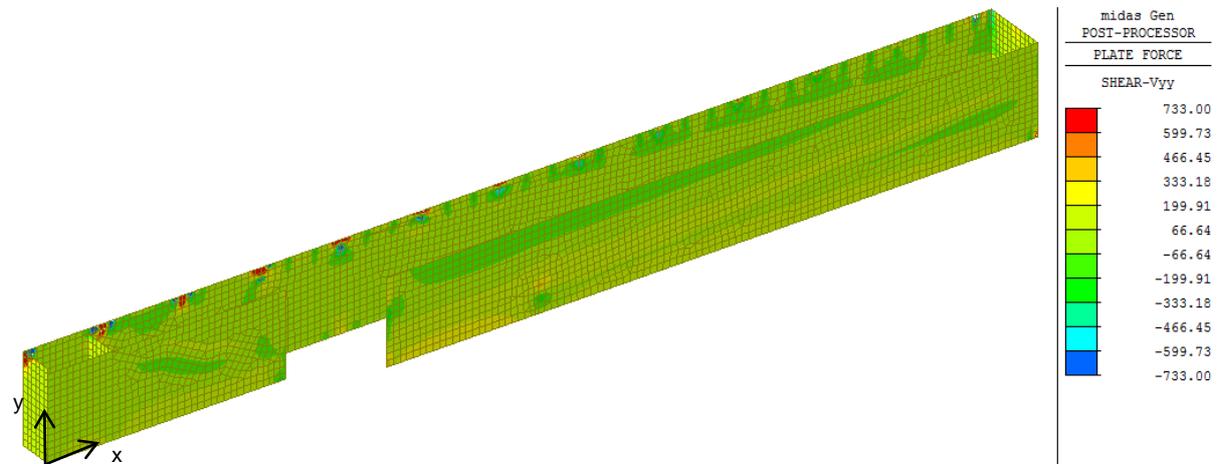


Figura 47: SLU- Vyy (kN) -  $\phi 12/25 \times 25$

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>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>		LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>		CODIFICA <b>CL</b>		DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>		REV. <b>A</b>		PAGINA <b>66 di 100</b>	

### 10.1.7 Pareti verticali $s=0.4m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir. Y

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y1=100x40	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	6	0	65	4.56	209	138
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	6					

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y2=100x40	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	6	0	140	7.47	232	251
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	6					

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

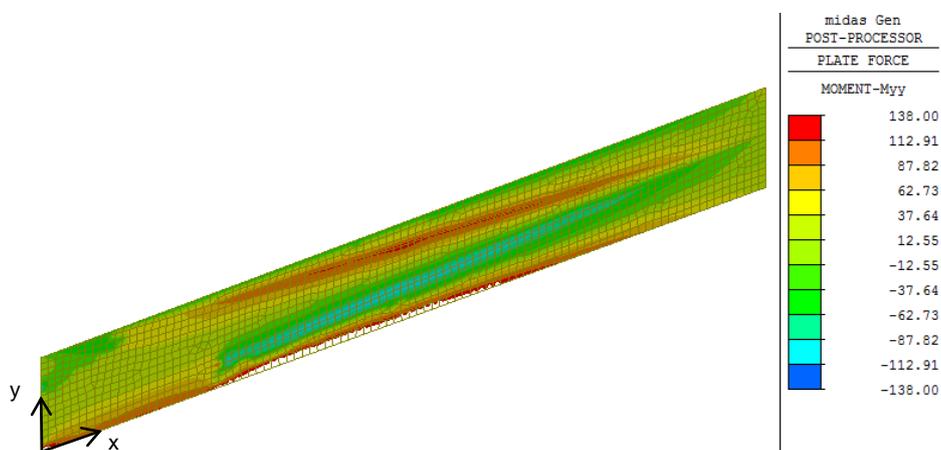


Figura 48: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

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> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>67 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>								

Combinazione SLE

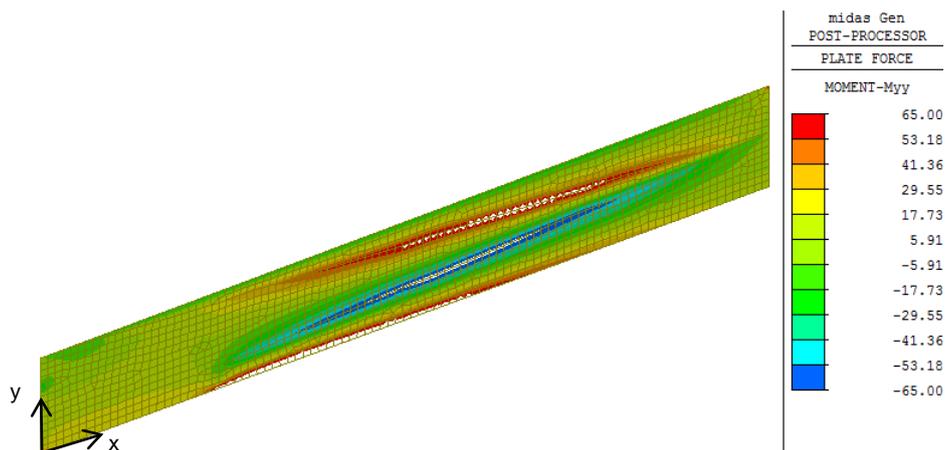


Figura 49: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

Filtro sollecitazioni con sezione Y2

Combinazione SLU

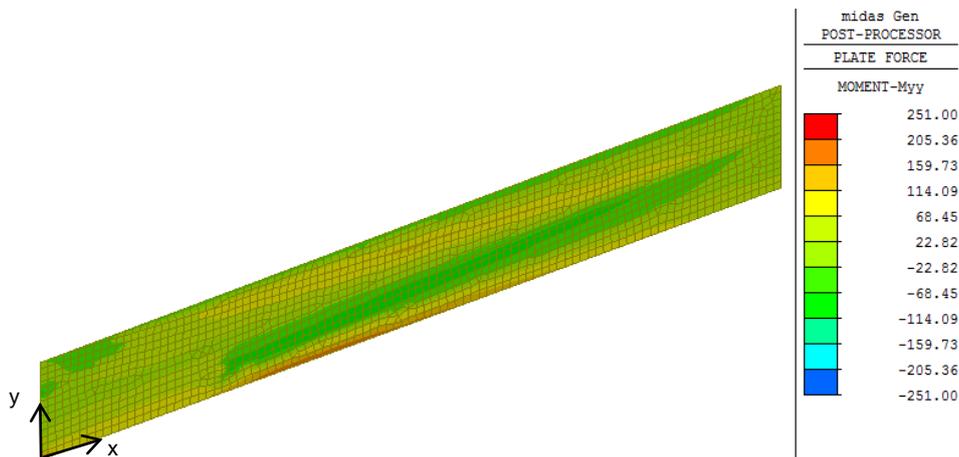


Figura 50: Y2 – SLU – Myy (kNm/m)

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 TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>68 di 100</b>

Combinazione SLE

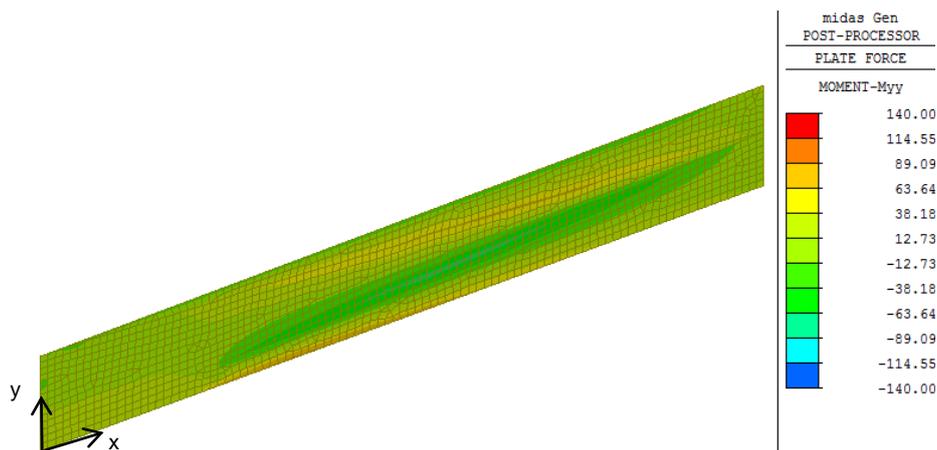


Figura 51: Y2 – SLE – Myy (kNm/m)

### 10.1.8 Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	M <sub>u</sub>
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X1=100x40	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	56	4.4	189	139
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	7.6					

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>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>69 di 100</b>

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

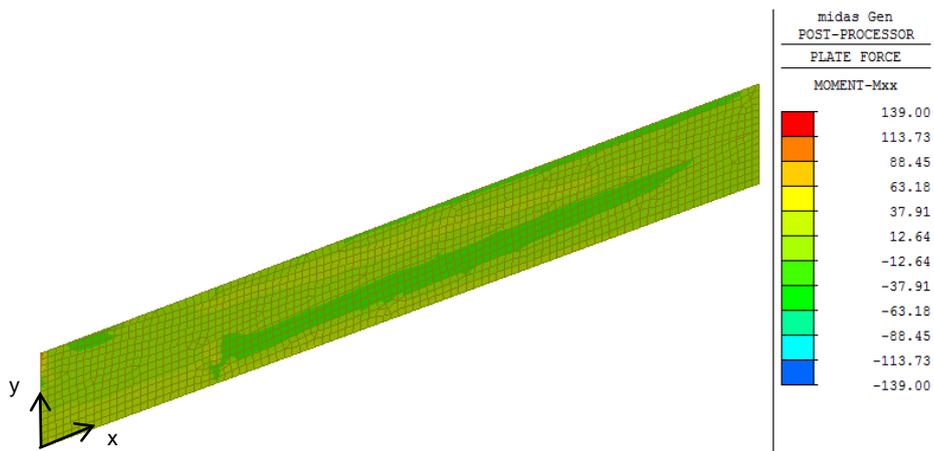


Figura 52: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

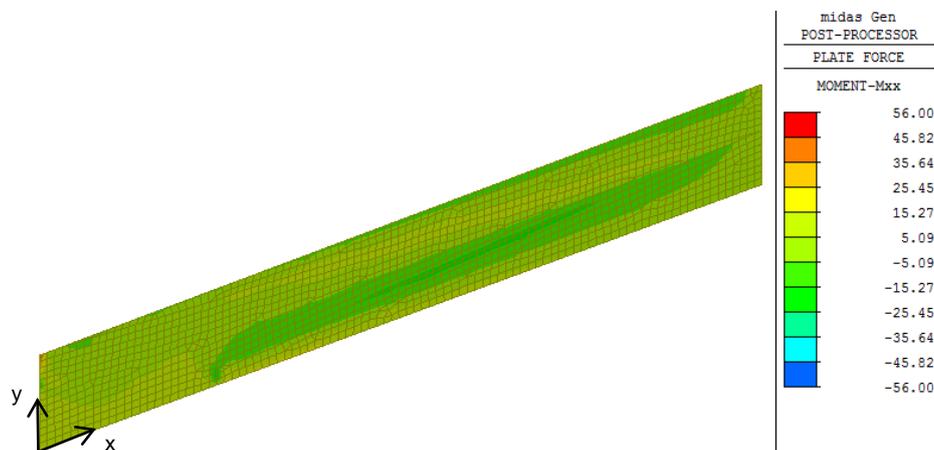


Figura 53: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

APPALTATORE: Mandataria: <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.03.00.003 A 70 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	

### 10.1.9 Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a taglio

Si predispose un'armatura base costituita da spilli  $\Phi 12$  a 2 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b> <table border="1"> <tr><td>b<sub>w</sub></td><td>=</td><td>100</td><td>cm</td></tr> <tr><td>h</td><td>=</td><td>40</td><td>cm</td></tr> <tr><td>c</td><td>=</td><td>4</td><td>cm</td></tr> <tr><td>d</td><td>=</td><td>h-c</td><td>= 36 cm</td></tr> </table>	b <sub>w</sub>	=	100	cm	h	=	40	cm	c	=	4	cm	d	=	h-c	= 36 cm	<b>IPOTESI 1</b> Cot $\phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$ <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 143.39 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 1050.95 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 143.39 \text{ (KN)}$												
b <sub>w</sub>	=	100	cm																										
h	=	40	cm																										
c	=	4	cm																										
d	=	h-c	= 36 cm																										
<b>MATERIALI</b> <table border="1"> <tr><td>f<sub>ywd</sub></td><td>=</td><td>391.30</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>R<sub>ck</sub></td><td>=</td><td>40</td><td>MPa</td></tr> <tr><td><math>\gamma_c</math></td><td>=</td><td>1.5</td><td></td></tr> <tr><td>f<sub>ck</sub></td><td>=</td><td>0.83xR<sub>ck</sub></td><td>= 33.2 MPa</td></tr> <tr><td>f<sub>cd</sub></td><td>=</td><td>0.85xf<sub>ck</sub>/<math>\gamma_c</math></td><td>= 18.81 MPa</td></tr> </table>	f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	R <sub>ck</sub>	=	40	MPa	$\gamma_c$	=	1.5		f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa	f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> / $\gamma_c$	= 18.81 MPa	<b>IPOTESI 2</b> Cot $\phi = 1$ $\phi = 45^\circ$ <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 57.36 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 1523.88 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 57.36 \text{ (KN)}$								
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa																										
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa																										
$\gamma_c$	=	1.5																											
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa																										
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> / $\gamma_c$	= 18.81 MPa																										
<b>ARMATURE A TAGLIO</b> <table border="1"> <tr><td><math>\phi_{st}</math></td><td>=</td><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td><math>\phi_{st2}</math></td><td>=</td><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>passo</td><td>=</td><td>50</td><td>cm</td></tr> <tr><td>(A<sub>sw</sub> / s)</td><td>=</td><td>4.524</td><td>cm<sup>2</sup> / m</td></tr> <tr><td><math>\alpha</math></td><td>=</td><td>90</td><td>° (90° staffe verticali)</td></tr> </table>	$\phi_{st}$	=	12		braccia	=	2		$\phi_{st2}$	=	0		braccia	=	0		passo	=	50	cm	(A <sub>sw</sub> / s)	=	4.524	cm <sup>2</sup> / m	$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)	<b>IPOTESI 3</b> Cot $\phi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$ :Rottura bilanciata cot( $\theta$ ) = 7.22 (calcolato) cot( $\theta$ ) = 2.50 (limitato) $\theta = 7.88^\circ$ $V_{Rsd} = 414.14 \text{ (KN)}$ $V_{Rcd} = 414.14 \text{ (KN)}$ $V_{Rd} = 414.14 \text{ (KN)}$
$\phi_{st}$	=	12																											
braccia	=	2																											
$\phi_{st2}$	=	0																											
braccia	=	0																											
passo	=	50	cm																										
(A <sub>sw</sub> / s)	=	4.524	cm <sup>2</sup> / m																										
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)																										
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b> <table border="1"> <tr><td><math>\phi</math></td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Numero</td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A<sub>sl</sub></td><td>=</td><td>0.000</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr> </table>	$\phi$	=			Numero	=			A <sub>sl</sub>	=	0.000	cm <sup>2</sup>	<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b> $V_{Rd} = 143 \text{ (KN)}$																
$\phi$	=																												
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)																													

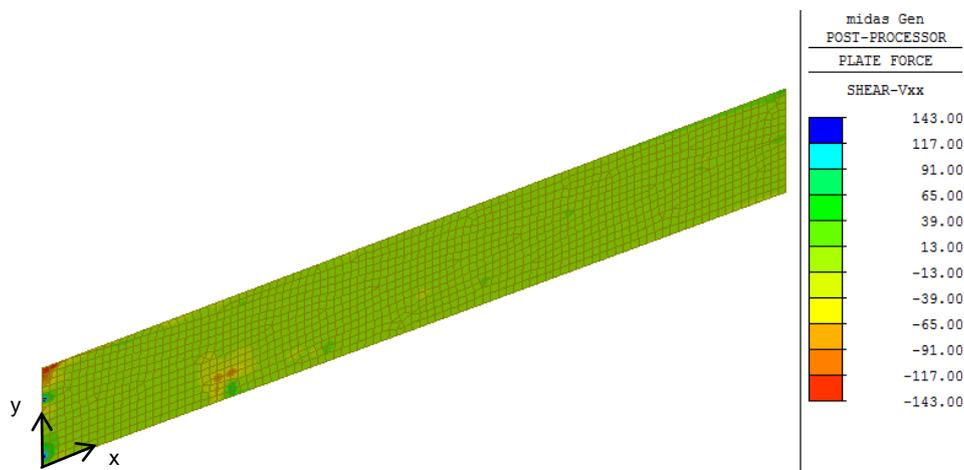


Figura 54: SLU- Vxx (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

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>				
PROGETTISTA: Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 71 di 100

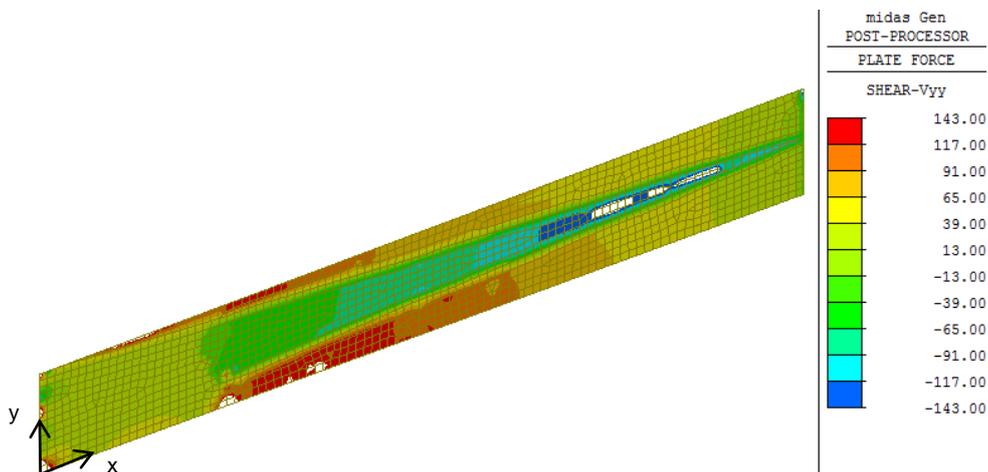


Figura 55: SLU- Vyy (kN/mw) - φ12/50x50

Si predispone un'armatura di infittimento, nelle zone non verificate da quella base, costituita da spilli φ12 a 4 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> Cot φ = 2,5    φ = 21,8°			
b <sub>w</sub>	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>			
h	=	40	cm	V <sub>Rsd</sub>	=	286.78 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
c	=	4	cm	V <sub>Rcd</sub>	=	1050.95 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
d	=	h-c	= 36 cm	V <sub>Rd</sub>	=	286.78 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> Cot φ = 1    φ = 45°			
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>			
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa	V <sub>Rsd</sub>	=	114.71 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
γ <sub>c</sub>	=	1.5		V <sub>Rcd</sub>	=	1523.88 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa	V <sub>Rd</sub>	=	114.71 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa	<b>IPOTESI 3</b> Cot φ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>Rcd</sub> : Rottura bilanciata			
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				cot(θ) = 5.06 (calcolato)    cot(θ) = 2.50 (limitato)			
φ <sub>st</sub>	=	12		θ = 11.19 °			
braccia	=	4		V <sub>Rsd</sub>	=	580.04 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
φ <sub>st2</sub>	=	0		V <sub>Rcd</sub>	=	580.04 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
braccia	=	0		V <sub>Rd</sub>	=	580.04 (KN)	
passo	=	50	cm	<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
(A <sub>sw</sub> /s)	=	9.048	cm <sup>2</sup> /m	V <sub>Rd</sub>	=	287 (KN)	
α	=	90	° (90° staffe verticali)				
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>							
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)			

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>			<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>						PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>72 di 100</b>			

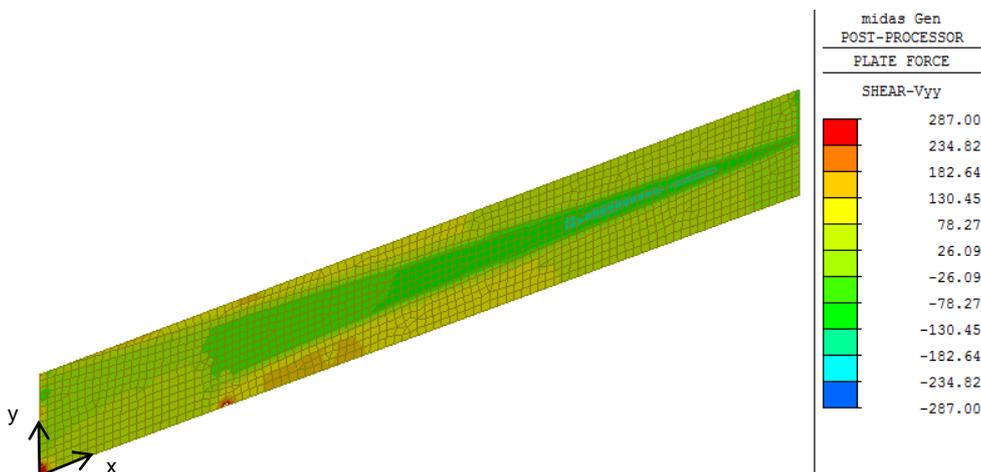


Figura 56: SLU- Vyy (kN/mw) -  $\phi 12/50 \times 25$

### 10.1.10 Pareti verticali $s=0.6m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir. Y

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y1=100x60	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	6	0	100	3.3	198	216
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	6					
SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y2=100x60	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	6	0	280	6.99	284	409
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	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>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.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>					
<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	73 di 100

Filtro sollecitazioni con sezione Y1  
 Combinazione SLU

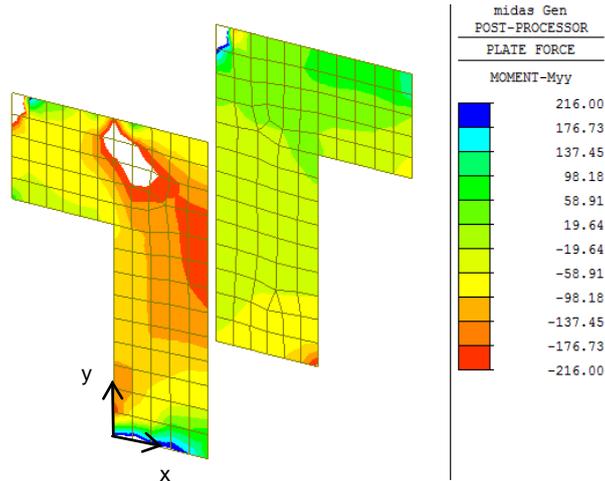


Figura 57: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

Combinazione SLE

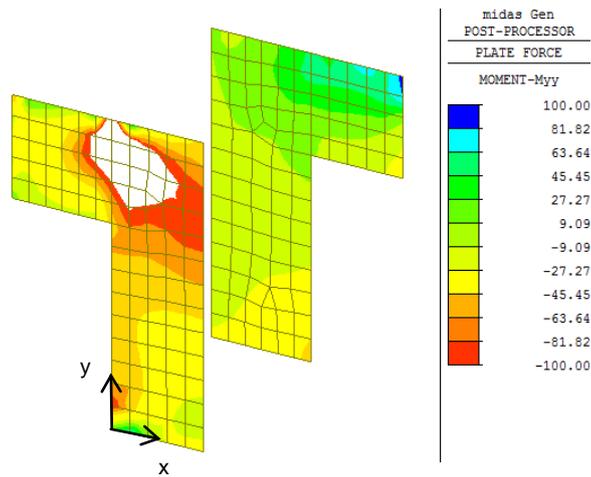


Figura 58: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

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>		<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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A 74 di 100

Filtro sollecitazioni con sezione Y2

Combinazione SLU

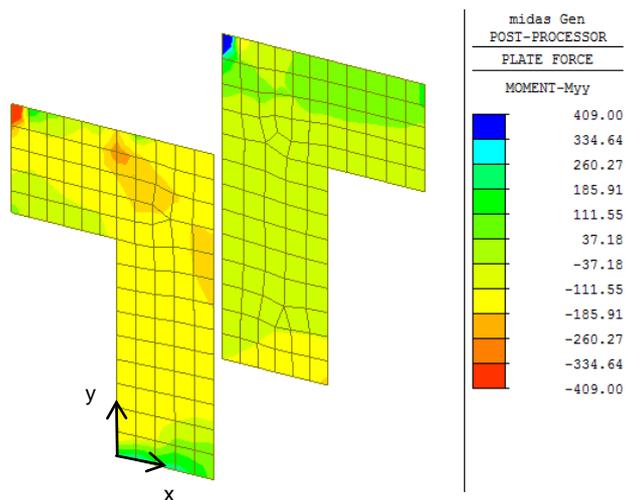


Figura 59: Y2 – SLU – Myy (kNm/m)

Combinazione SLE

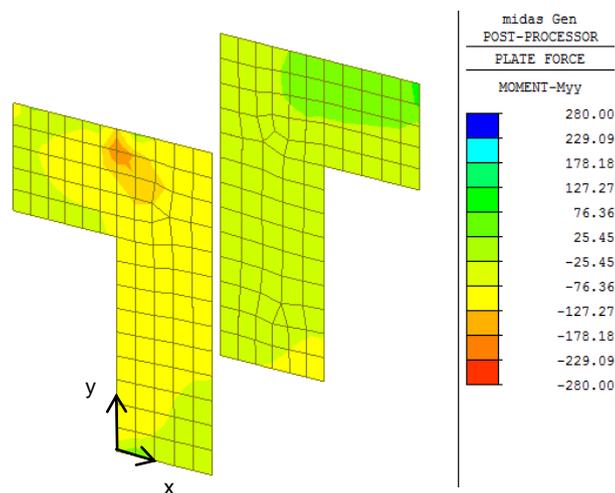


Figura 60: Y2 – SLE – Myy (kNm/m)

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>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>			PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>75 di 100</b>						

### 10.1.11 Pareti verticali s=0.6m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
<b>X1=100x60</b>	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	85	3	174	218
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	16	10.05	7.6					

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
<b>X2=100x60</b>	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	230	6.13	242	400
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	7.6					

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

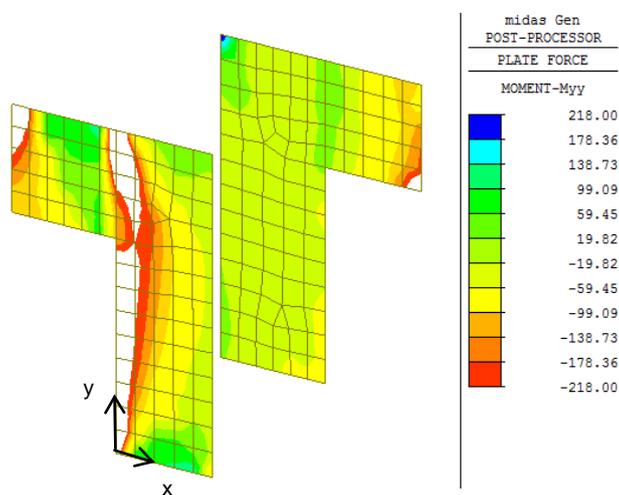


Figura 61: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

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> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>76 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>								

### Combinazione SLE

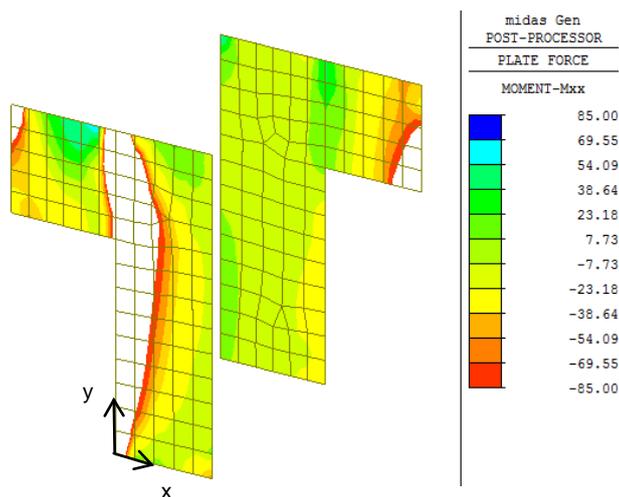


Figura 62: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

### Filtro sollecitazioni con sezione X2

### Combinazione SLU

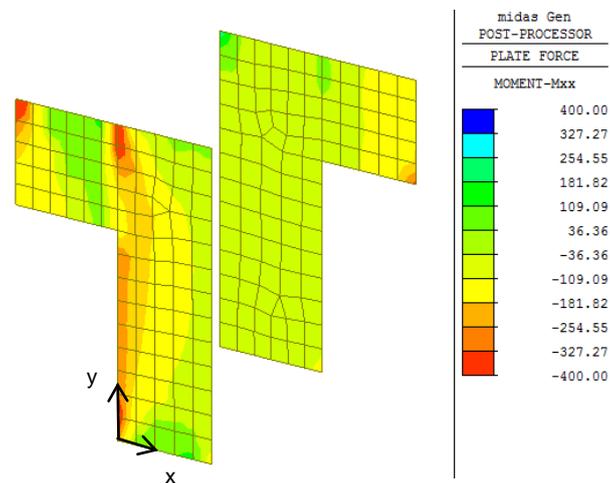


Figura 63: X2 – SLU – Mxx (kNm/m)

APPALTATORE: Mandataria: <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>				
PROGETTISTA: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 77 di 100

### Combinazione SLE

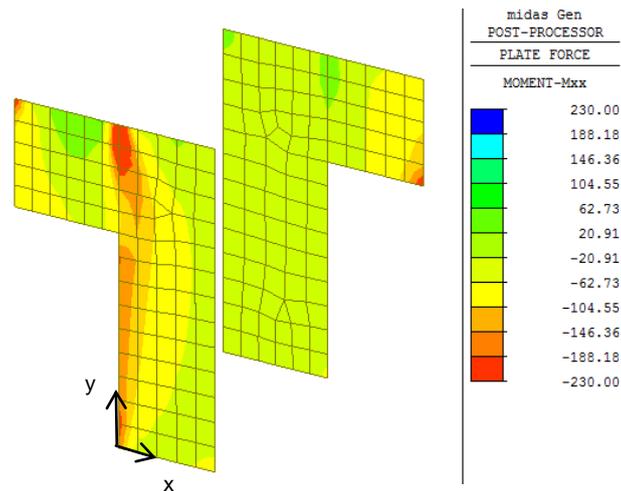


Figura 64: X2 – SLE – Mxx (kNm/m)

### 10.1.12 Pareti verticali s=0.6m - Verifiche a taglio

Si predispongono un'armatura base costituita da spilli  $\Phi 12$  a 2 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> $\text{Cot } \phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$	
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>	
$h$	=	60	cm	$V_{Rsd} = 223.05 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} = 1634.81 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
$d$	=	$h-c$	= 56	cm	$V_{Rd} = 223.05 \text{ (KN)}$ $\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> $\text{Cot } \phi = 1$ $\phi = 45^\circ$	
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>	
$R_{ck}$	=	40	MPa	$V_{Rsd} = 89.22 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} = 2370.48 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
$f_{ck}$	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2	MPa	$V_{Rd} = 89.22 \text{ (KN)}$ $\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
$f_{cd}$	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81	MPa	
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				<b>IPOTESI 3</b> $\text{Cot } \phi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata	
$\phi_{st}$	=	12		$\text{cot}(\theta) = 7.22$ (calcolato)	$\text{cot}(\theta) = 2.50$ (limitato)
braccia	=	2		$\theta = 7.88^\circ$	
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rsd} = 644.22 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$
braccia	=	0		$V_{Rcd} = 644.22 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
passo	=	50	cm	$V_{Rd} = 644.22 \text{ (KN)}$	
$(A_{sw} / s)$	=	4.524	$\text{cm}^2 / \text{m}$	<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>	
$\alpha$	=	90	$^\circ$ (90° staffe verticali)	$V_{Rd} = 223 \text{ (KN)}$	
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>					
$\phi_l$	=				
Numero	=				
$A_{sl}$	=	0.000	$\text{cm}^2$		
<b>TAGLIO AGENTE</b>					
		$V_{Ed} =$			
<b>SFORZO NORMALE</b>					
		$N_{Ed} =$			

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A PAGINA 78 di 100

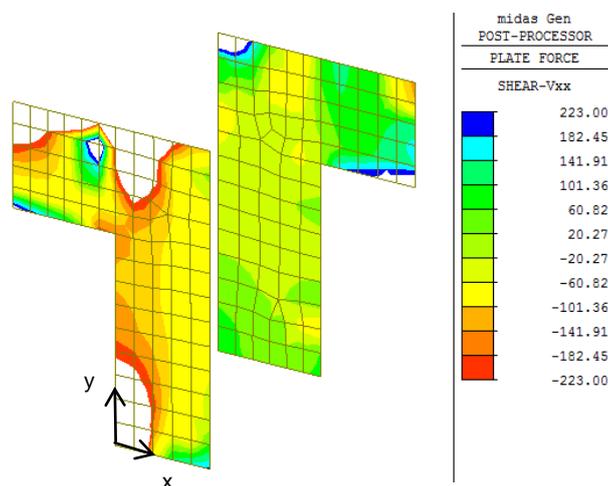


Figura 65: SLU- Vxx (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

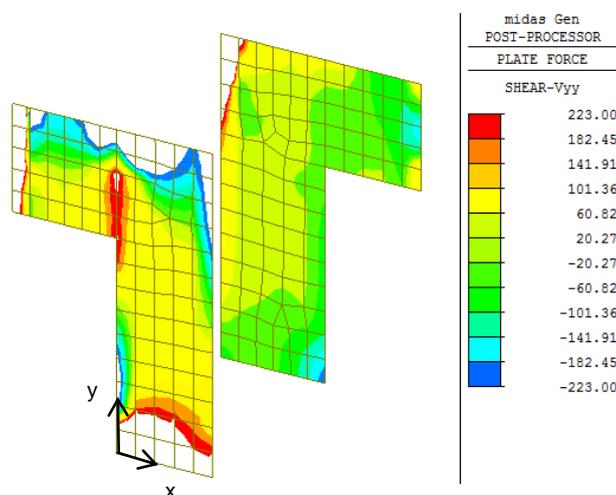


Figura 66: SLU- Vyy (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

Si predispone un'armatura di infittimento, nelle zone non verificate da quella base, costituita da spilli  $\Phi 12$  a 4 bracci passo 25cm. Si riporta di seguito la verifica.

APPALTATORE: Mandataria: <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> 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												
PROGETTISTA: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>FV.03.00.003</td> <td>A</td> <td>79 di 100</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	79 di 100
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	79 di 100								

<b>SEZIONE</b>			
b <sub>w</sub>	=	100	cm
h	=	60	cm
c	=	4	cm
d	=	h-c	= 56 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>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>			
ø <sub>st</sub>	=	12	
braccia	=	4	
ø <sub>st2</sub>	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	25	cm
(A <sub>sw</sub> / s)	=	18.096	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> = (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> = 892.19 (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> = 1634.81 (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> = 892.19 (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> = 356.88 (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> = 2370.48 (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> = 356.88 (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) = 3.50 (calcolato)	cot(θ) = 2.50 (limitato)
θ = 15.92 °	
V <sub>Rsd</sub> = 1250.83 (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> = 1250.83 (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> = 1250.83 (KN)	
<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>	
V <sub>Rd</sub> = 892 (KN)	

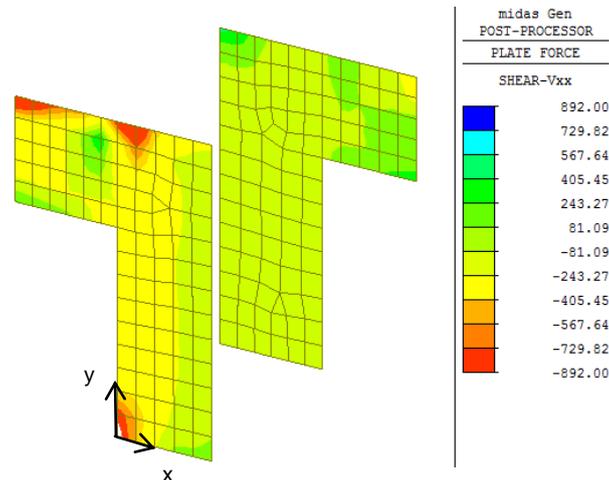


Figura 67: SLU- V<sub>xx</sub> (kN/m) - φ12/25x25

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>  <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	80 di 100

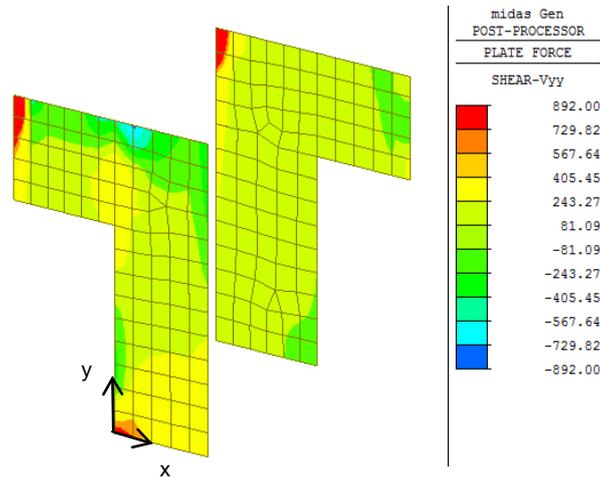


Figura 68: SLU – Vyy (kN/m) -  $\phi 12/25 \times 25$

### 10.1.13 Rampe e scale $s=0.2m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir. Y

SEZIONI SOLETTA RAMPE/SCALE			N°	$\varnothing$	A	$\delta$	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
Y1=100x20	Lato compresso	1° strato	10	12	11.31	5.8	0	35	10.5	247	64
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	12	11.31	5.8					

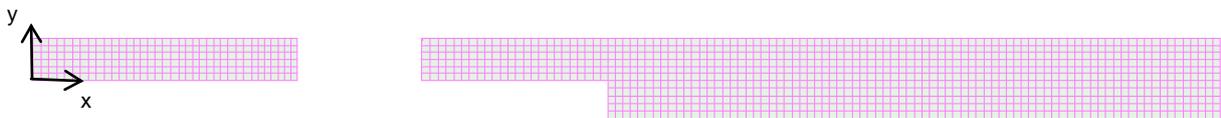


Figura 69: Sistema di riferimento - Vista in pianta soletta rampe/scale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>81 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>								

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

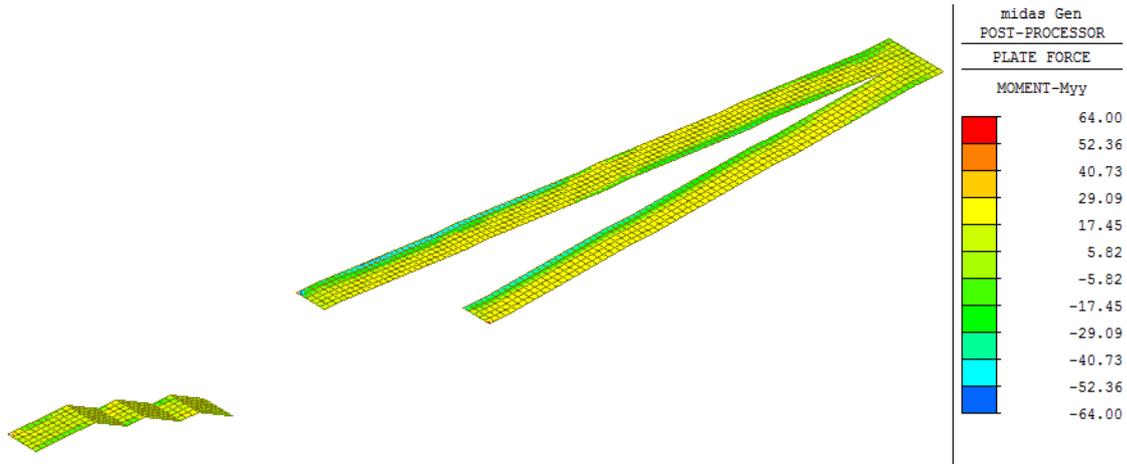


Figura 70: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

Combinazione SLE

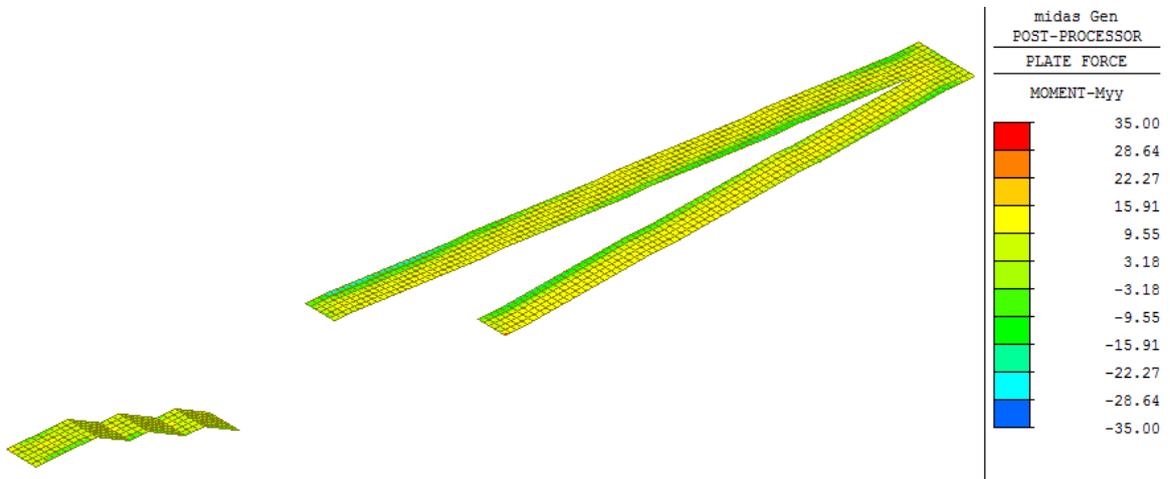


Figura 71: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

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>		<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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 82 di 100

### 10.1.14 Rampe e scale s=0.2m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI SOLETTA RAMPE/SCALE			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
<b>X1=100x20</b>	Lato compresso	1° strato	5	12	5.65	7	0	17	7.7	227	39
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	12	5.65	7					

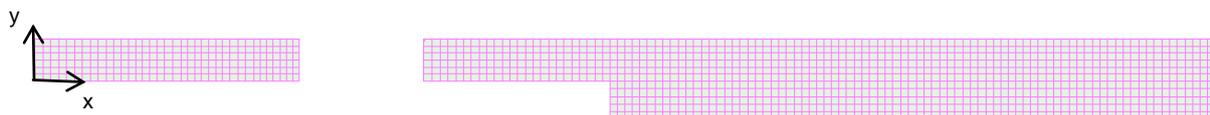


Figura 72: Sistema di riferimento - Vista in pianta soletta rampe/scale

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

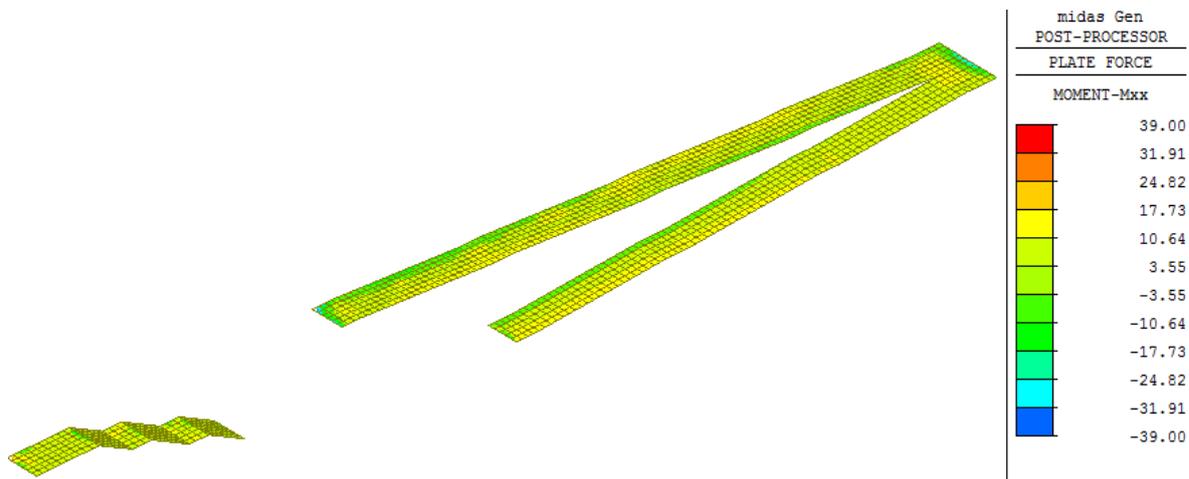


Figura 73: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

APPALTATORE: Mandataria: <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>				
PROGETTISTA: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b>		Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. PAGINA A 83 di 100

### Combinazione SLE

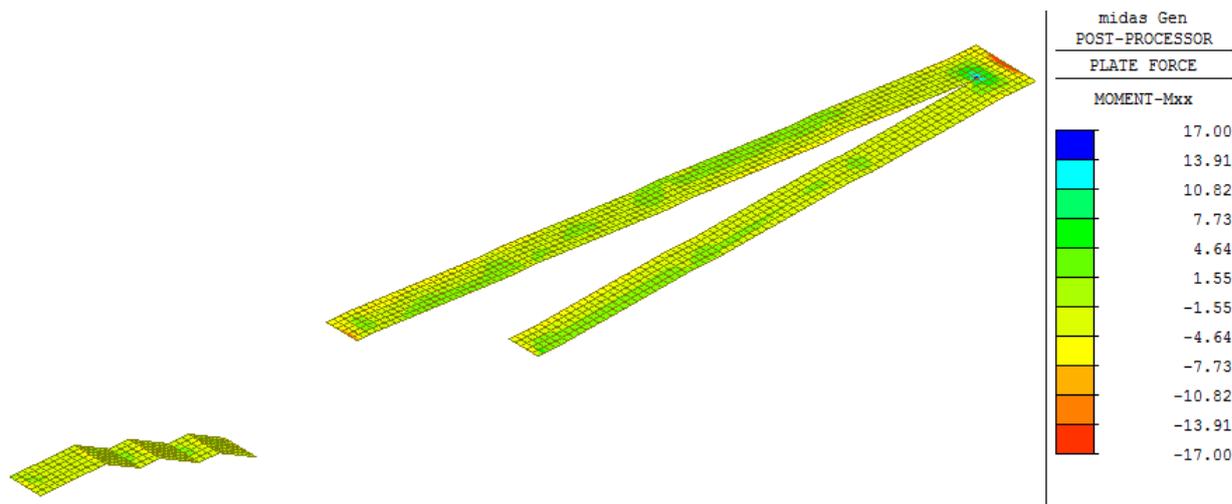


Figura 74: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

### 10.1.15 Rampe e scale s=0.2m - Verifiche a taglio

Si predispone un'armatura base costituita da spilli  $\Phi 12$  a 2 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> Cot $\phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$			
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>			
$h$	=	20	cm	$V_{Rsd} = 63.73$ (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$		
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} = 467.09$ (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$d$	=	h-c	= 16 cm	$V_{Rd} = 63.73$ (KN)	<b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>		
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> Cot $\phi = 1$ $\phi = 45^\circ$			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>			
$R_{ck}$	=	40	MPa	$V_{Rsd} = 25.49$ (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$		
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} = 677.28$ (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$f_{ck}$	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 33.2 MPa	$V_{Rd} = 25.49$ (KN)	<b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>		
$f_{cd}$	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa	<b>IPOTESI 3</b> Cot $\phi$ in cui $V_{Rsd} = V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata			
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				$\cot(\theta) = 7.22$ (calcolato) $\cot(\theta) = 2.50$ (limitato)			
$\phi_{st}$	=	12		$\theta = 7.88^\circ$	$V_{Rsd} = 184.06$ (KN)		
braccia	=	2		$V_{Rcd} = 184.06$ (KN)			
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rd} = 184.06$ (KN)			
braccia	=	0		<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
passo	=	50	cm	$V_{Rd} = 64$ (KN)			
$(A_{sw} / s)$	=	4.524	cm <sup>2</sup> / m				
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)				
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>							
$\phi_l$	=						
Numero	=						
$A_{sl}$	=	0.000	cm <sup>2</sup>				
<b>TAGLIO AGENTE</b> $V_{Ed} =$							
<b>SFORZO NORMALE</b> $N_{Ed} =$							

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>84 di 100</b>

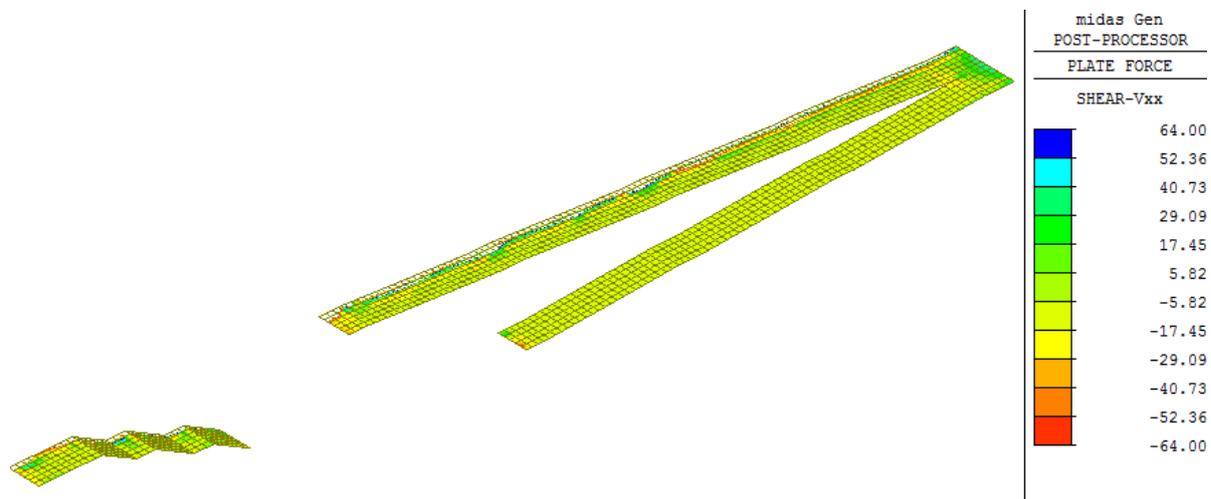


Figura 75: SLU- Vxx (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

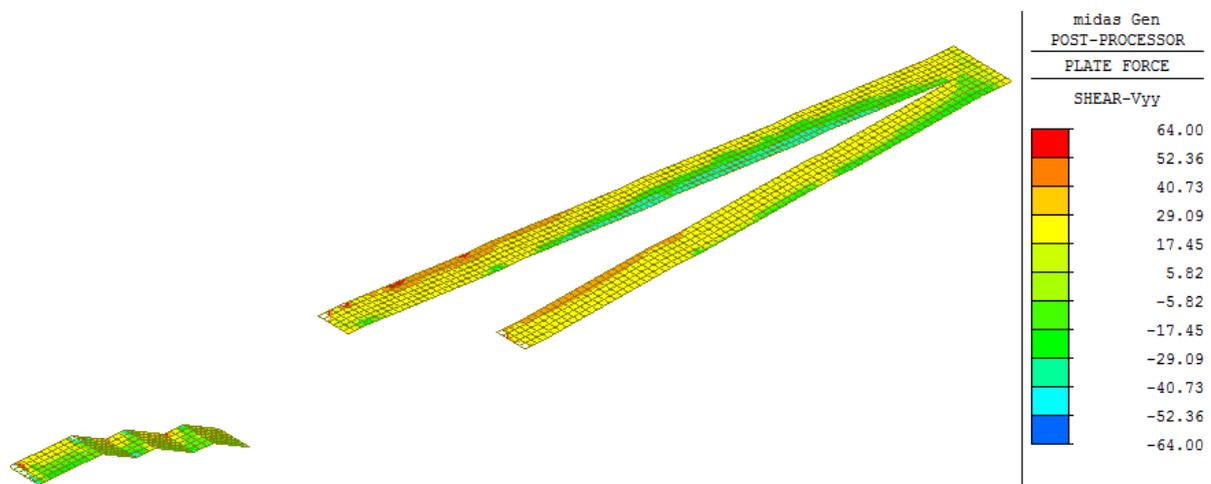


Figura 76: SLU- Vyy (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

Si predispongono un'armatura di infittimento, nelle zone non verificate da quella base, costituita da spilli  $\phi 12$  a 4 bracci passo 25cm. Si riporta di seguito la verifica.

APPALTATORE: Mandataria: <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b>	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA <b>IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.03.00.003 A 85 di 100</b>
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	

<b>SEZIONE</b> b <sub>w</sub> = 100 cm h = 20 cm c = 4 cm d = h - c = 16 cm				<b>IPOTESI 1</b> Cot φ = 2,5 φ = 21,8° <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 254.91 (KN)$ $V_{Rcd} = 467.09 (KN)$ $V_{Rd} = 254.91 (KN)$
<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> = 0.83 × R <sub>ck</sub> = 33.2 MPa f <sub>cd</sub> = 0.85 × f <sub>ck</sub> / γ <sub>c</sub> = 18.81 MPa				$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$ $0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$ <b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>
<b>ARMATURE A TAGLIO</b> ø <sub>st</sub> = 12 braccia = 4 ø <sub>st2</sub> = 0 braccia = 0 passo = 25 cm (A <sub>sw</sub> / s) = 18.096 cm <sup>2</sup> / m α = 90° (90° staffe verticali)				<b>IPOTESI 2</b> Cot φ = 1 φ = 45° <b>Armatura trasversale</b> $V_{Rsd} = 101.96 (KN)$ $V_{Rcd} = 677.28 (KN)$ $V_{Rd} = 101.96 (KN)$
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b> ø <sub>l</sub> = Numero = A <sub>sl</sub> = 0.000 cm <sup>2</sup>				<b>IPOTESI 3</b> Cot φ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>Rcd</sub> ; Rottura bilanciata cot(θ) = 3.50 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato) θ = 15.92° $V_{Rsd} = 357.38 (KN)$ $V_{Rcd} = 357.38 (KN)$ $V_{Rd} = 357.38 (KN)$
<b>TAGLIO AGENTE</b> V <sub>Ed</sub> = (KN) <b>SFORZO NORMALE</b> N <sub>Ed</sub> = (KN)				<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b> $V_{Rd} = 255 (KN)$

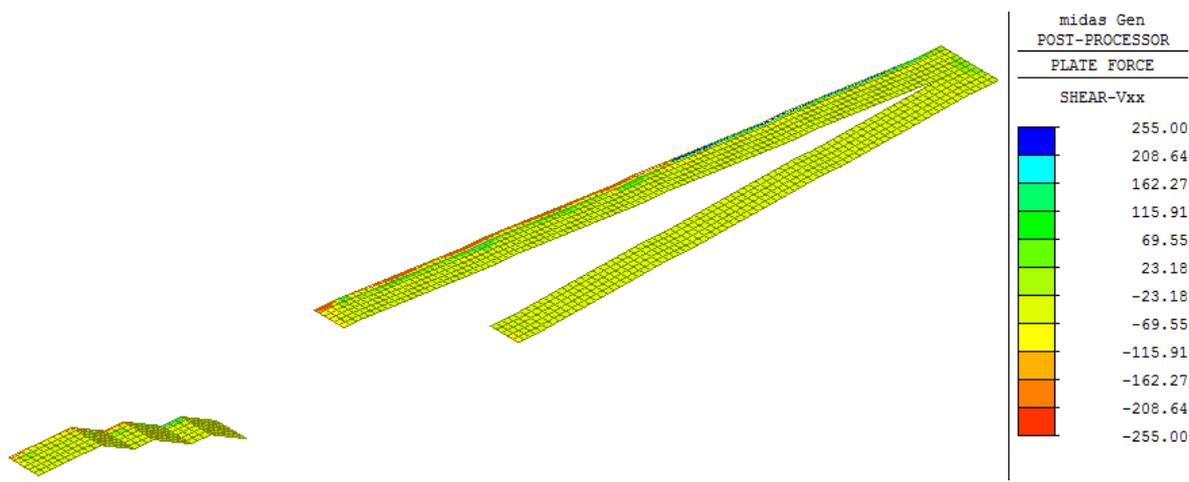


Figura 77: SLU- Vxx (kN/m) - φ12/25x25

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>86 di 100</b>

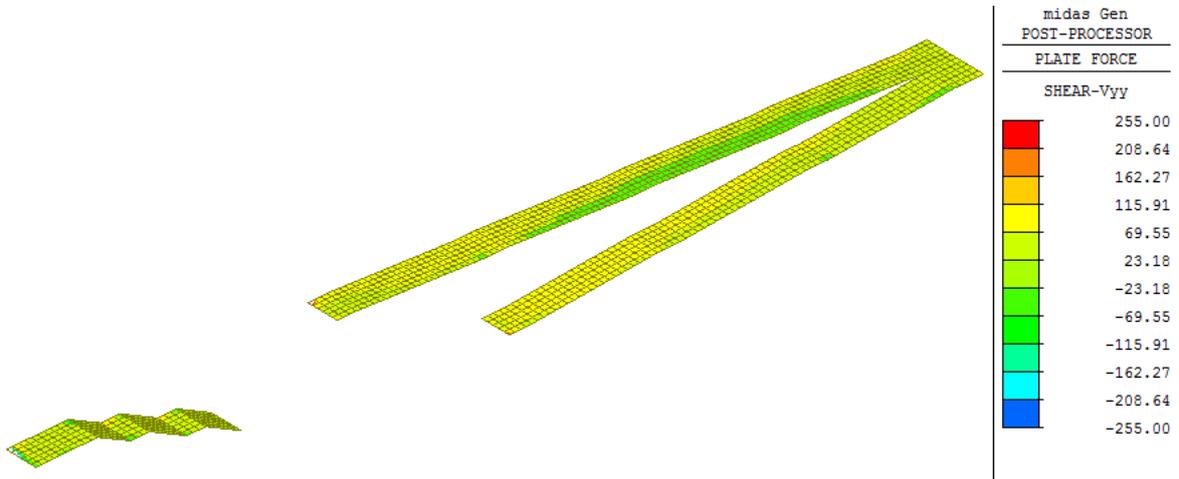


Figura 78: SLU- Vyy (kN/m) -  $\phi 12/25 \times 25$

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>								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>			<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>			<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 87 di 100			

### 10.1.16 Soletta fondazione $s=0.7m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y

SEZIONI SOLETTA FONDAZIONE			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y1=100x70	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	6	0	320	5.7	271	480
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	6					

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

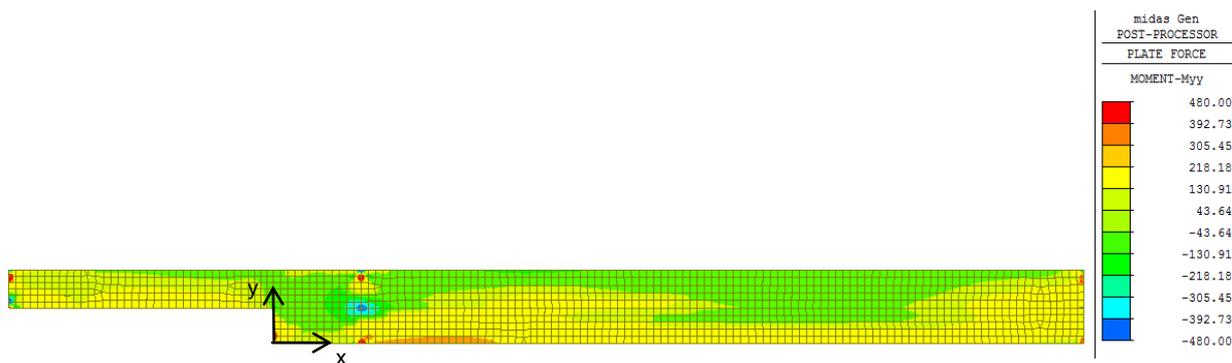


Figura 79: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

Combinazione SLE

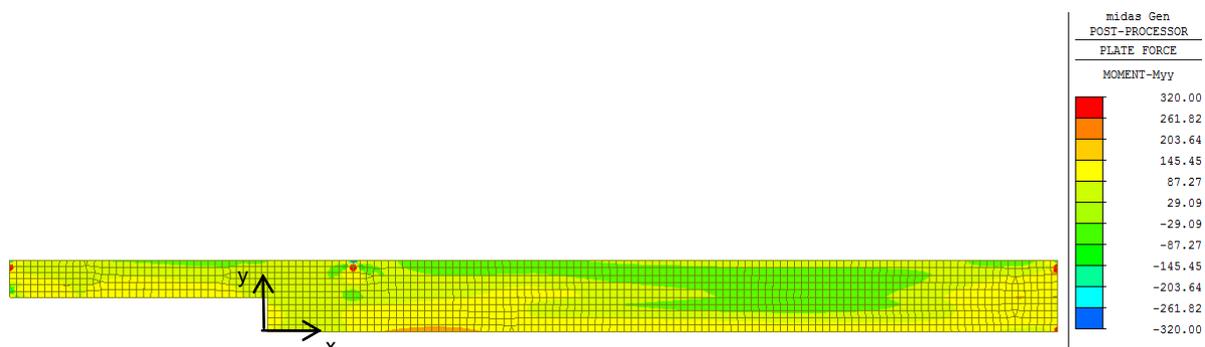


Figura 80: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

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> <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b> <b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b> <b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>			
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>88 di 100</b>

### 10.1.17 Soletta fondazione s=0.7m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI SOLETTA FONDAZIONE			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M <sub>SLE,0.2</sub>	σ <sub>c,sle,0.2</sub>	σ <sub>a,sle,0.2</sub>	Mu
			barre	mm	cm <sup>2</sup>	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X1=100x70	Lato compresso	1° strato	5	16	10.05	7.6	0	290	5.8	254	469
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	10	16	20.11	7.6					

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

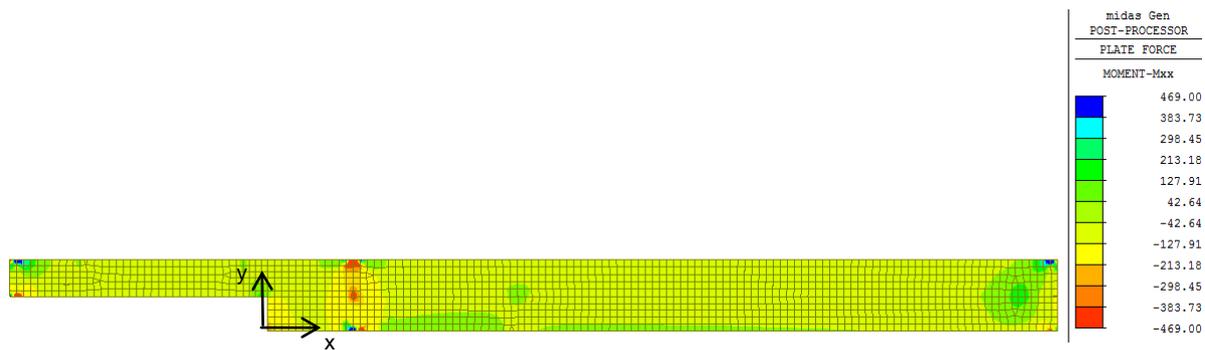


Figura 81: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

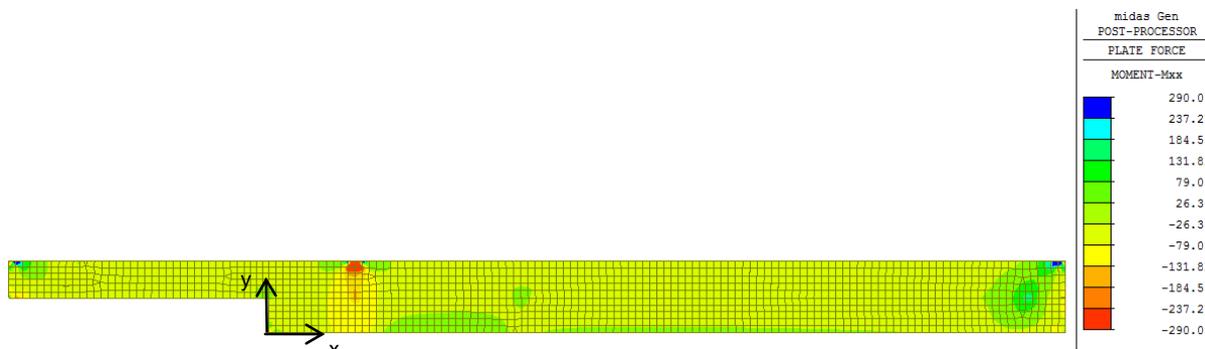


Figura 82: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

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.    ROCKSOIL S.p.A.</b>	
PROGETTO ESECUTIVO Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA IF1M    0.0.E.ZZ    CL    FV.03.00.003    A    89 di 100	

### 10.1.18 Soletta fondazione s=0.7m - Verifiche a taglio

Si predispose un'armatura base costituita da spilli  $\Phi 12$  a 2 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> Cot $\phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$					
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>					
$h$	=	70	cm	$V_{Rsd} =$	262.88	(KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$		
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} =$	1445.06	(KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$d$	=	$h-c$	= 66	cm	$V_{Rd} =$	262.88	(KN)	<b>min(<math>V_{Rsd}</math>, <math>V_{Rcd}</math>)</b>	
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> Cot $\phi = 1$ $\phi = 45^\circ$					
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>					
$R_{ck}$	=	30	MPa	$V_{Rsd} =$	105.15	(KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$		
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} =$	2095.34	(KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$f_{ck}$	=	$0.83 \cdot R_{ck}$	= 24.9	MPa	$V_{Rd} =$	105.15	(KN)	<b>min(<math>V_{Rsd}</math>, <math>V_{Rcd}</math>)</b>	
$f_{cd}$	=	$0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 14.11	MPa	<b>IPOTESI 3</b> Cot $\phi$ in cui $V_{Rsd} = V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata				
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				$\cot(\theta) =$	6.23	(calcolato)	$\cot(\theta) =$	2.50	(limitato)
$\phi_{st}$	=	12		$\theta =$	9.11	°	$V_{Rsd} =$	655.44	(KN)
braccia	=	2		$V_{Rcd} =$	655.44	(KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$		
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rd} =$	655.44	(KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
braccia	=	0		<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>					
passo	=	50	cm	$V_{Rd} =$	263	(KN)			
$(A_{sw} / s)$	=	4.524	cm <sup>2</sup> / m						
$\alpha$	=	90	°	(90° staffe verticali)					
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>									
$\phi$	=								
Numero	=								
$A_{sl}$	=	0.000	cm <sup>2</sup>						
<b>TAGLIO AGENTE</b>	$V_{Ed} =$		(KN)						
<b>SFORZO NORMALE</b>	$N_{Ed} =$		(KN)						

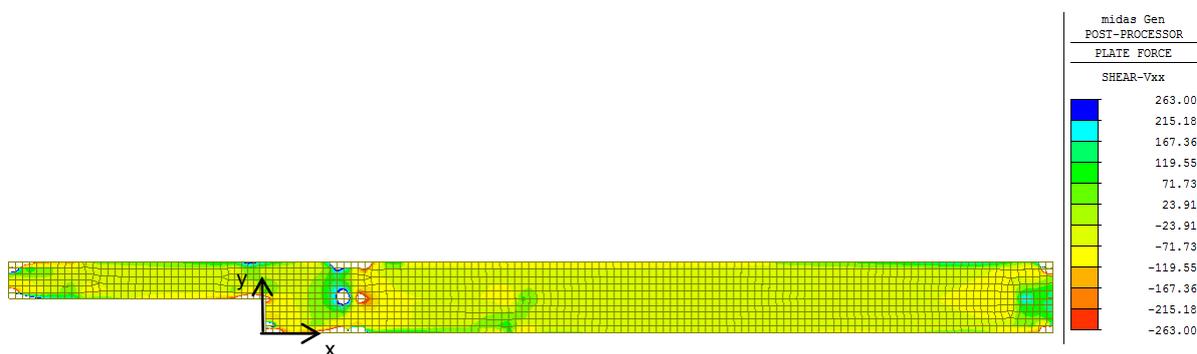


Figura 83: SLU- Vxx (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE: Mandataria: <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: Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b>	Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	90 di 100

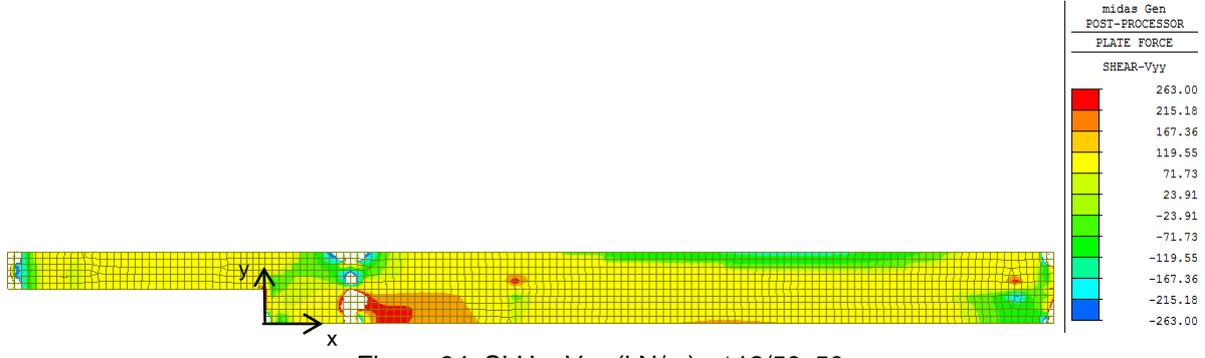


Figura 84: SLU- Vyy (kN/m) -  $\phi 12/50 \times 50$

Si predispone un'armatura di infittimento, nelle zone non verificate da quella base, costituita da spilli  $\phi 12$  a 4 bracci passo 50cm. Si riporta di seguito la verifica.

<b>SEZIONE</b>				<b>IPOTESI 1</b> $\text{Cot } \phi = 2,5$ $\phi = 21,8^\circ$			
$b_w$	=	100	cm	<b>Armatura trasversale</b>			
$h$	=	70	cm	$V_{Rsd} = 525.76 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$		
$c$	=	4	cm	$V_{Rcd} = 1445.06 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$d$	=	$h-c$	= 66 cm	$V_{Rd} = 525.76 \text{ (KN)}$	<b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>		
<b>MATERIALI</b>				<b>IPOTESI 2</b> $\text{Cot } \phi = 1$ $\phi = 45^\circ$			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	<b>Armatura trasversale</b>			
$R_{ck}$	=	30	MPa	$V_{Rsd} = 210.30 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$		
$\gamma_c$	=	1.5		$V_{Rcd} = 2095.34 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 24.9 MPa	$V_{Rd} = 210.30 \text{ (KN)}$	<b>min(V<sub>Rsd</sub>, V<sub>Rcd</sub>)</b>		
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 14.11 MPa	<b>IPOTESI 3</b> $\text{Cot } \phi$ in cui $V_{Rsd} = V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata			
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>				$\text{cot}(\theta) = 4.35$ (calcolato)	$\text{cot}(\theta) = 2.50$ (limitato)		
$\phi_{st}$	=	12		$\theta = 12.95^\circ$	$V_{Rsd} = 914.92 \text{ (KN)}$		
braccia	=	4		$V_{Rcd} = 914.92 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$		
$\phi_{st2}$	=	0		$V_{Rd} = 914.92 \text{ (KN)}$	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$		
braccia	=	0		<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>			
passo	=	50	cm	$V_{Rd} = 526 \text{ (KN)}$			
$(A_{sw} / s)$	=	9.048	cm <sup>2</sup> / m				
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)				
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>							
$\phi$	=						
Numero	=						
$A_{st}$	=	0.000	cm <sup>2</sup>				
<b>TAGLIO AGENTE</b>							
		$V_{Ed} =$	(KN)				
<b>SFORZO NORMALE</b>							
		$N_{Ed} =$	(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>	<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b> PAGINA <b>91 di 100</b>

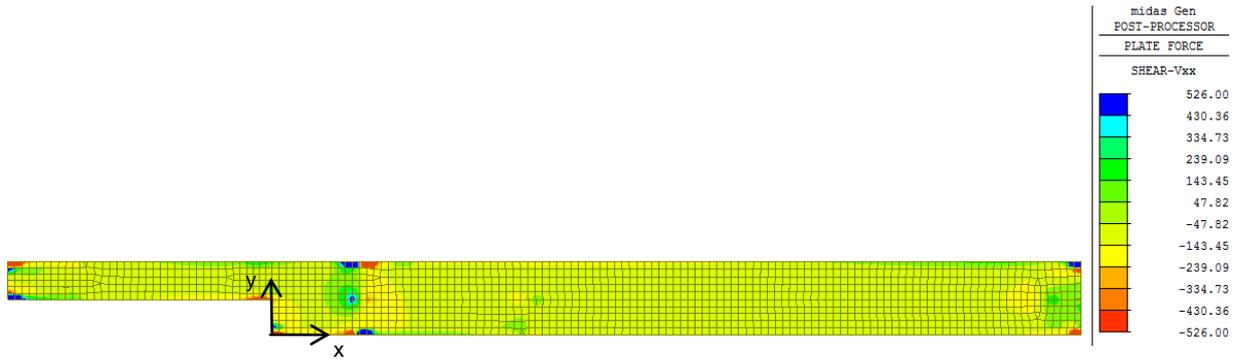


Figura 85: SLU- Vxx (kN/m) - φ12/50x25

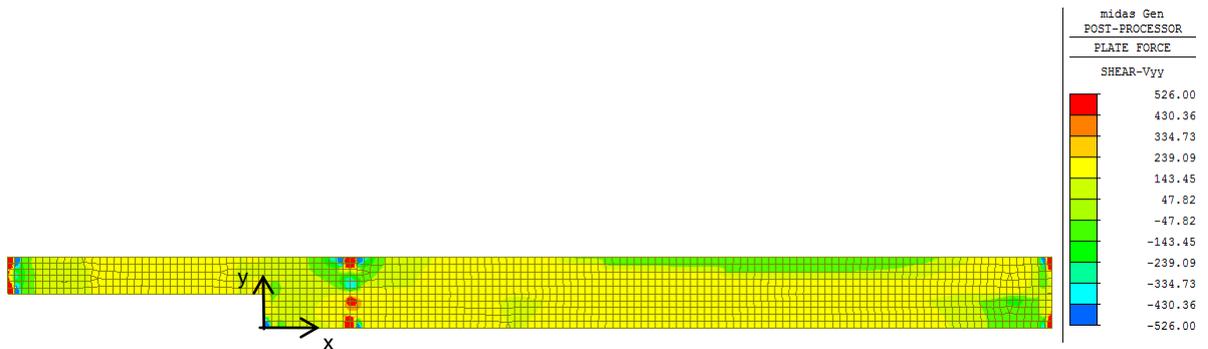


Figura 86: SLU- Vyy (kN/m) - φ12/50x25

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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	92 di 100

## 10.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 10.2.1 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.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>93 di 100</b>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$d_\gamma = 1.$$

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

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

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

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

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

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

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 <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. PAGINA <b>A 94 di 100</b>

$$b_c = 1 - \frac{\eta^0}{147^0}; \quad b_q = e^{(-2 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2.7 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi)}$$

dove:

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

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

Coeff. 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: 550 cm Profondità impronta L [>B]: 5550 cm Affondamento piano di posa D: 600 cm Affondamento livello Falda Dw [Se >0]: 830 cm		
<b>Parametri Geotecnici</b> Peso di Volume del Terreno: 1600 daN/m³ Peso Sp. Terreno saturo [se Dw > 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		<b>Risultati (Pressioni in daN/cm²)</b> <b>TERZAGHI</b>  <b>MEYERHOFF</b>  <b>HANSEN</b> Press. Ult. <b>27.241</b> Press. Lim. <b>11.844</b>  <b>EUROCODE 7</b> Press. Ult. <b>24.058</b> Press. Lim. <b>10.460</b>
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.		<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.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. PAGINA <b>A 95 di 100</b>

**CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE**

Coefficiente di Sicurezza:	2.30
Forma impronta fondazione:	RETTANGOLARE
Lato B fondazione:	550 cm
Lato L fondazione:	5550 cm
Affondamento piano di posa Df:	600 cm
Affondamento della falda Dw:	830 cm
Angolo $\phi$ attrito terreno:	30.0 (°)
Coesione terreno:	0.000 daN/cm <sup>2</sup>
Peso di volume g terreno:	1600 daN/m <sup>3</sup>
Peso specif. gs terreno saturo:	1600 daN/m <sup>3</sup>
Peso specif. g' efficace terr.:	619 daN/m <sup>3</sup>
Peso specif. w dell'acqua :	981 daN/m <sup>3</sup>

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Formula di MEYERHOF:  $Q_{ult} = c N_c N_c S_c D_c + q N_q S_q D_q + 0,5 B [g' + (g - g')(D_w - D_f)] N_g S_g D_g$

**Pressione Limite (Q\_u/Coef.Sic.): 10.27 daN/cm<sup>2</sup>**

Nc (Coeff. portata) =	0.00
Sc (Coeff. forma) =	1.06
Dc (Coeff. prof.) =	1.38
Nq (Coeff. portata) =	18.40
Sq (Coeff. forma) =	1.03
Dq (Coeff. prof.) =	1.19
Ng (Coeff. portata) =	15.67
Sg (Coeff. forma) =	1.03
Dg (Coeff. prof.) =	1.19

Formula di HANSEN:  $Q_{ult} = c N_c S_c D_c + q N_q S_q D_q + 0,5 B [g' + (g - g')(D_w - D_f)] N_g S_g D_g$

**Pressione Limite (Q\_u/Coef.Sic.): 11.84 daN/cm<sup>2</sup>**

Nc (Coeff. portata) =	0.00
Sc (Coeff. forma) =	0.00
Dc (Coeff. prof.) =	1.33
Nq (Coeff. portata) =	18.40
Sq (Coeff. forma) =	1.06
Dq (Coeff. prof.) =	1.24
Ng (Coeff. portata) =	15.07
Sg (Coeff. forma) =	0.96
Dg (Coeff. prof.) =	1.00

Formula EUROCODICE 7:  $Q_{ult} = c N_c S_c + q N_q S_q + 0,5 B [g' + (g - g')(D_w - D_f)] N_g S_g$

**Pressione Limite (Q\_u/Coef.Sic.): 10.46 daN/cm<sup>2</sup>**

Nc (Coeff. portata) =	0.00
Sc (Coeff. forma) =	0.00
Nq (Coeff. portata) =	18.40
Sq (Coeff. forma) =	1.05
Ng (Coeff. portata) =	20.09
Sg (Coeff. forma) =	0.97

Per la fondazione in esame risulta una pressione limite di:

$$Q_u / \gamma_R = 1.03 \text{ MPa}$$

La pressione massima sul terreno è inferiore al valore limite, 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.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>							
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO <b>IF1M</b>	LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FV.03.00.003</b>	REV. <b>A</b>	PAGINA <b>96 di 100</b>						

## 11 INCIDENZE

Di seguito si esplicita l'incidenza relativa agli elementi strutturali dell'opera in esame. Il valore dell'incidenza di progetto è pesato in relazione all'estensione delle zone caratterizzate dall'armatura di infittimento e di quelle caratterizzate dall'armatura maglia base.

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di calcolo [kg]	Incidenza di progetto [kg/m <sup>3</sup> ]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Soletta copertura	0.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	12	50x50	4	3.552	35.11	117	120
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							
Pareti verticali	0.50	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	12	50x50	4	3.552	35.11	70	80
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							
Pareti verticali	0.40	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	12	50x50	4	3.552	35.11	88	90
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							
Pareti verticali	0.60	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	12	25x50	8	7.104	38.66	64	80
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							
Soletta rampe/scale	0.20	LATO A	12	10	8.88	LATO A	12	5	4.44	12	50x50	4	3.552	30.19	151	150
		LATO B	12	10	8.88	LATO B	12	5	4.44							
Soletta	0.70	LATO A	16	10	15.78	LATO A	16	10	15.78	12	50x50	4	3.552	50.89	73	80



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 Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.03.00.003	REV. A	PAGINA 98 di 100	

## 12 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Pianta fondazioni e spiccato setti - Quota sottopasso.....	6
Figura 2: Pianta piano banchina.....	6
Figura 3: Sezione longitudinale.....	7
Figura 4: Sezione trasversale in corrispondenza delle rampe.....	7
Figura 5: Sezione trasversale in corrispondenza del sottopasso.....	7
Figura 6: Tensioni efficaci orizzontali su un piedritto in condizioni di riposo.....	14
Figura 7: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	25
Figura 8: Spettri di risposta elastici_SLD (Componente orizzontale e verticale).....	27
Figura 9: Spettri di risposta elastici_SLC (Componente orizzontale e verticale).....	29
Figura 10: Spettri di risposta elastici_SLO (Componente orizzontale e verticale).....	31
Figura 11: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008.....	36
Figura 12: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008..	36
Figura 13: Coefficienti di combinazione.....	38
Figura 14: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale.....	44
Figura 15: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale.....	45
Figura 16: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D Corpo rampe e scale.....	45
Figura 17: Modello FEM 3D – Geometria degli elementi.....	46
Figura 18: Modello FEM 3D – Applicazione dei carichi permanenti.....	47
Figura 19: Modello FEM 3D – Applicazione del carico delle tamponature.....	47
Figura 20: Modello FEM 3D – Applicazione della spinta delle terre.....	48
Figura 21: Modello FEM 3D – Applicazione della spinta associata ai carichi verticali da traffico ferroviario.....	48
Figura 22: Modello FEM 3D – Applicazione del carico accidentale connesso alla presenza della folla.....	49
Figura 23: Modello FEM 3D – Applicazione dell'incremento di spinta sismico.....	49
Figura 24: Y1 – SLU – Myy (kNm/m).....	50
Figura 25: Y1 – SLE – Myy (kNm/m).....	51
Figura 26: X1 – SLU – Mxx (kNm/m).....	52
Figura 27: X1 – SLE – Mxx (kNm/m).....	52
Figura 28: X2 – SLU – Mxx (kNm/m).....	53
Figura 29: X2 – SLE – Mxx (kNm/m).....	53
Figura 30: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$ .....	54
Figura 31: SLU– Vyy(kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$ .....	55
Figura 32: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi 12/25 \times 25$ .....	56
Figura 33: SLU– Vyy (kN/m) - $\phi 12/25 \times 25$ .....	56
Figura 34: Y1 – SLU – Myy (kNm/m).....	57
Figura 35: Y1 – SLE – Myy (kNm/m).....	58

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>	<u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>	<b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>		<u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		<b>ROCKSOIL S.p.A.</b>		<b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>	
PROGETTO ESECUTIVO <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	99 di 100

Figura 36: Y2 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	58
Figura 37: Y2 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	59
Figura 38: Y3 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	59
Figura 39: Y3 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	60
Figura 40: X1 – SLU – M <sub>xx</sub> (kNm/m) .....	61
Figura 41: X1 – SLE – M <sub>xx</sub> (kNm/m).....	61
Figura 42: X2 – SLU – M <sub>xx</sub> (kNm/m) .....	62
Figura 43: X2 – SLE – M <sub>xx</sub> (kNm/m).....	62
Figura 44: SLU– V <sub>xx</sub> (kN/m) - φ12/50x50 .....	63
Figura 45: SLU– V <sub>yy</sub> (kN/mw) - φ12/50x50.....	64
Figura 46: SLU– V <sub>xx</sub> (kN) - φ12/25x25 .....	65
Figura 47: SLU– V <sub>yy</sub> (kN) - φ12/25x25.....	65
Figura 48: Y1 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	66
Figura 49: Y1 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	67
Figura 50: Y2 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	67
Figura 51: Y2 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	68
Figura 52: X1 – SLU – M <sub>xx</sub> (kNm/m) .....	69
Figura 53: X1 – SLE – M <sub>xx</sub> (kNm/m).....	69
Figura 54: SLU– V <sub>xx</sub> (kN/m) - φ12/50x50 .....	70
Figura 55: SLU– V <sub>yy</sub> (kN/mw) - φ12/50x50.....	71
Figura 56: SLU– V <sub>yy</sub> (kN/mw) - φ12/50x25.....	72
Figura 57: Y1 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	73
Figura 58: Y1 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	73
Figura 59: Y2 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	74
Figura 60: Y2 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	74
Figura 61: X1 – SLU – M <sub>xx</sub> (kNm/m) .....	75
Figura 62: X1 – SLE – M <sub>xx</sub> (kNm/m).....	76
Figura 63: X2 – SLU – M <sub>xx</sub> (kNm/m) .....	76
Figura 64: X2 – SLE – M <sub>xx</sub> (kNm/m).....	77
Figura 65: SLU– V <sub>xx</sub> (kN/m) - φ12/50x50 .....	78
Figura 66: SLU– V <sub>yy</sub> (kN/m) - φ12/50x50 .....	78
Figura 67: SLU– V <sub>xx</sub> (kN/m) - φ12/25x25 .....	79
Figura 68: SLU – V <sub>yy</sub> (kN/m) - φ12/25x25 .....	80
Figura 69: Sistema di riferimento - Vista in pianta soletta rampe/scale .....	80
Figura 70: Y1 – SLU – M <sub>yy</sub> (kNm/m) .....	81
Figura 71: Y1 – SLE – M <sub>yy</sub> (kNm/m).....	81
Figura 72: Sistema di riferimento - Vista in pianta soletta rampe/scale .....	82
Figura 73: X1 – SLU – M <sub>xx</sub> (kNm/m) .....	82
Figura 74: X1 – SLE – M <sub>xx</sub> (kNm/m).....	83
Figura 75: SLU– V <sub>xx</sub> (kN/m) - φ12/50x50 .....	84

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 <b>Corpo rampe e scale - Relazione di calcolo</b>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.03.00.003	A	100 di 100				

Figura 76: SLU– Vyy (kN/m) - $\phi$ 12/50x50 .....	84
Figura 77: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi$ 12/25x25 .....	85
Figura 78: SLU– Vyy (kN/m) - $\phi$ 12/25x25 .....	86
Figura 79: Y1 – SLU – Myy (kNm/m) .....	87
Figura 80: Y1 – SLE – Myy (kNm/m).....	87
Figura 81: X1 – SLU – Mxx (kNm/m) .....	88
Figura 82: X1 – SLE – Mxx (kNm/m).....	88
Figura 83: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi$ 12/50x50 .....	89
Figura 84: SLU– Vyy (kN/m) - $\phi$ 12/50x50 .....	90
Figura 85: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi$ 12/50x25 .....	91
Figura 86: SLU– Vyy (kN/m) - $\phi$ 12/50x25 .....	91