

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

FV02 – FERMATA CENTRO COMMERCIALE

Passerella - 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	2	B	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.02.B.0.003.A.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 2 di 75	

1	PREMESSA.....	5
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	10
4.1	CALCESTRUZZO	10
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE OPERE IN C.A.....	11
4.3	COPRIFERRI MINIMI OPERE IN C.A.	11
4.4	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	11
4.5	BULLONI.....	12
4.6	SALDATURE.....	12
5	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	13
5.1	TERRENO DI FONDAZIONE	13
6	ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO.....	14
6.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G1 (3.1.2 NTC-2008).....	14
6.2	SOVRACCARICHI PERMANENTI G2 (3.1.3 NTC-2008)	14
6.3	SOVRACCARICHI VARIABILI Q (3.1.4 NTC-2008).....	15
6.4	AZIONI SISMICHE Q ₇	16
6.4.1	Spettri di risposta elastici.....	24
7	COMBINAZIONI DI CARICO E VALUTAZIONE DELLE MASSE	33
8	CRITERI DI VERIFICA	38
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	38
8.1.1	Verifica a fessurazione.....	38

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	3 di 75

8.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio	39
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	40
8.2.1	Sollecitazioni flettenti.....	40
8.2.2	Sollecitazioni taglianti.....	40
9	CRITERI DI MODELLAZIONE	43
9.1	MODELLAZIONE FEM	43
9.1.1	Geometria.....	44
9.1.2	Carichi applicati.....	45
10	ANALISI DEI RISULTATI.....	49
10.1	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE	49
10.1.1	Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y	49
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	53
10.1.4	Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y	55
10.1.5	Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X	56
10.1.6	Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a taglio	58
10.1.7	Soletta fondazione s=1.0m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y	60
10.1.8	Soletta fondazione s=1.0m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X	62
10.1.9	Soletta fondazione s=1.0m - Verifiche a taglio	64
10.1.10	Solaio prefabbricato di impalcato	66
10.2	VERIFICHE GEOTECNICHE	69
10.2.1	Verifica di capacità portante.....	69
11	INCIDENZE.....	73

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 4 di 75

12 INDICE DELLE FIGURE74

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	5 di 75

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche delle strutture in c.a. della passerella pedonale che stabilisce il collegamento tra un lato e l'altro della nuova fermata del centro commerciale di Afragola, 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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 6 di 75

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Le opere strutturali consistono nella realizzazione di un passaggio pedonale in c.a., ubicato al di sotto della struttura ad archi in c.a. di sostegno della sede ferroviaria, caratterizzato da due spalle sulle quali è appoggiato un impalcato, di luce pari a 14.54m e larghezza pari a 8m, costituito da un solaio prefabbricato tipo Spirol dello spessore di 56cm (50+6cm), che stabilisce il collegamento fra i due lati della nuova fermata.

Sulle spalle è posto un solaio in c.a. dello spessore di 30cm nel quale trova collocazione anche il vano ascensore, che realizza il piano intermedio delle rampe pedonali di accesso.

Le spalle sono caratterizzate da pareti di spessore pari a 40cm, impostate su una fondazione diretta in c.a. dello spessore di 1m.

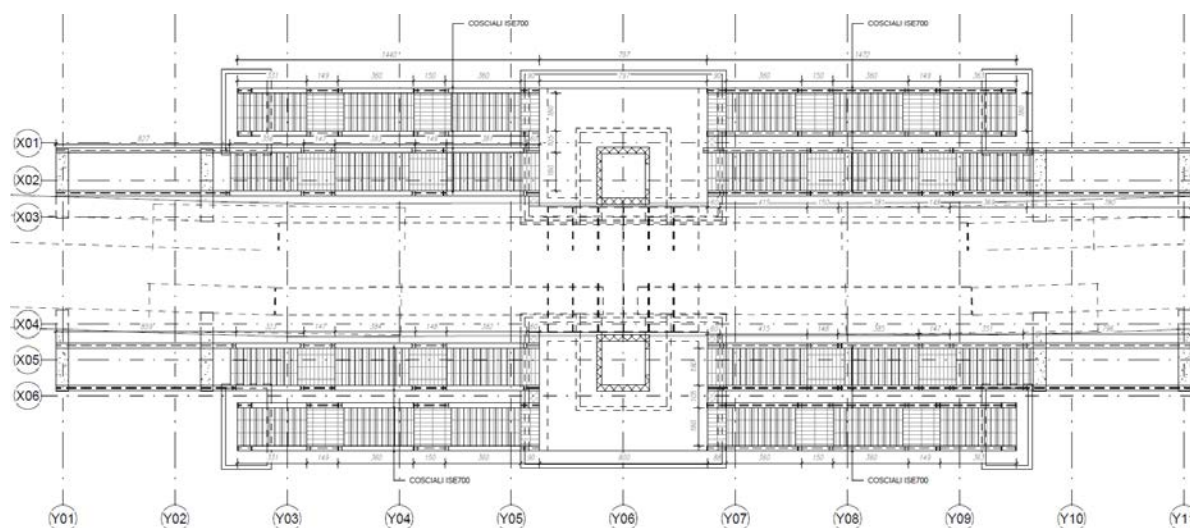


Figura 1: Pianta

APPALTATORE:			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					
<u>Mandataria:</u>		<u>Mandante:</u>						
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:								
<u>Mandataria:</u>		<u>Mandante:</u>						
SYSTRA S.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						ROCKSOIL S.p.A.
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	7 di 75

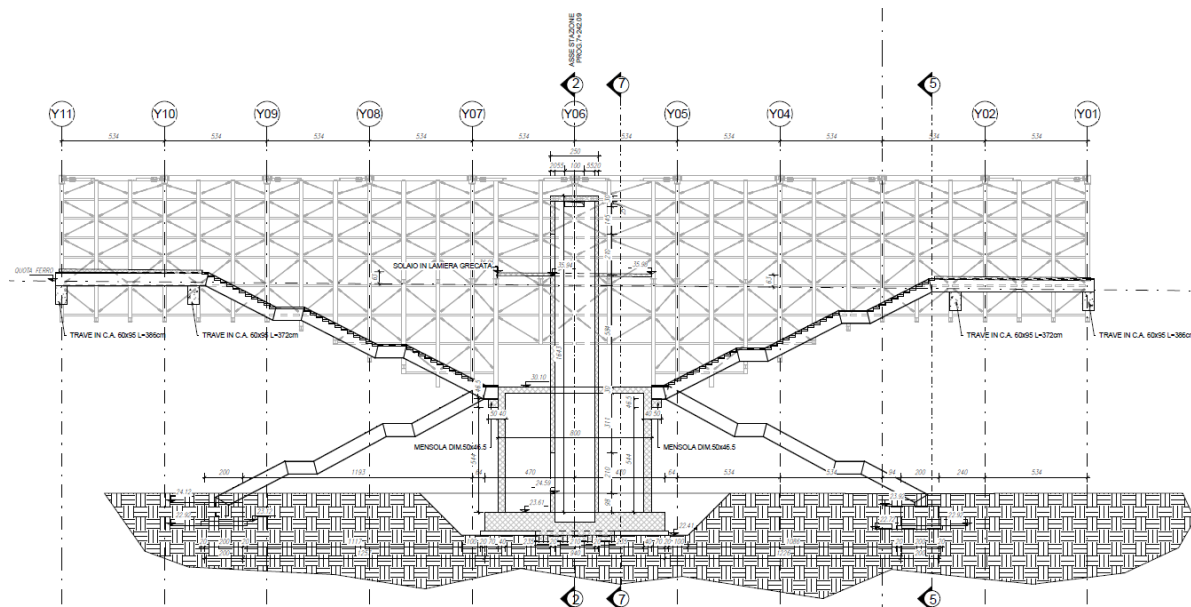


Figura 2: Sezione trasversale delle spalle

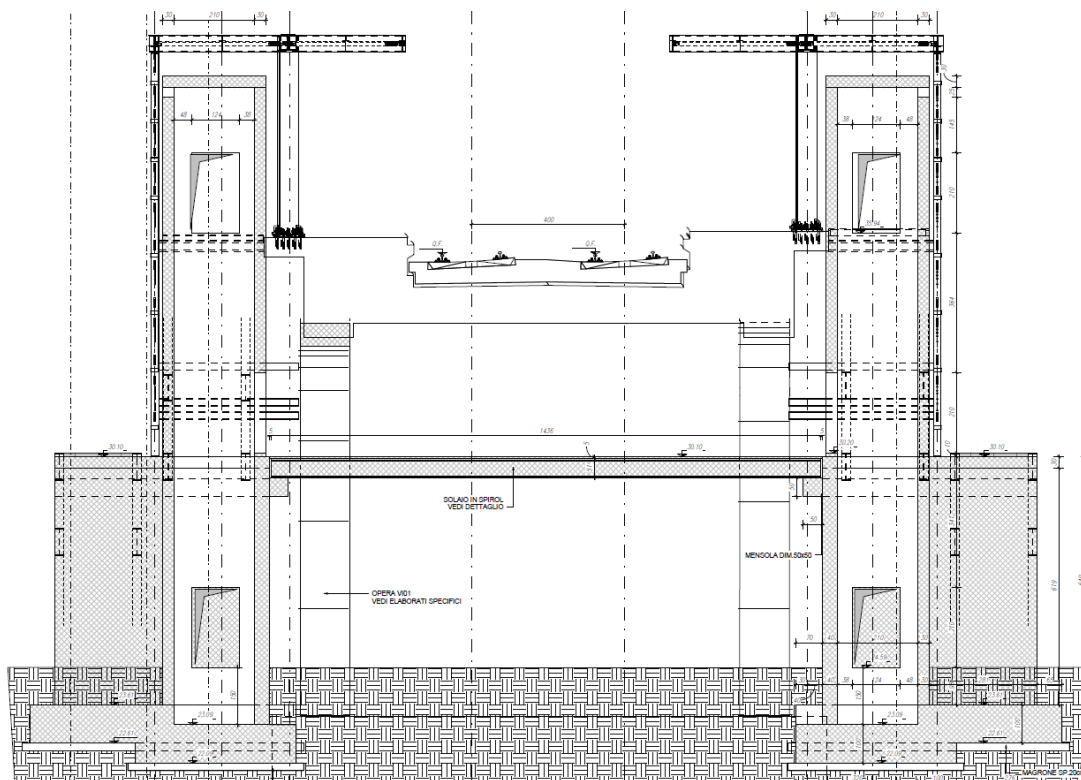


Figura 3: Sezione longitudinale della passerella

APPALTATORE:			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						
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.									
PROGETTISTA:			PROGETTOLOTTOCODIFICADOCUMENTOREV.PAGINA IF1M0.0.E.ZZCLFV.02.B0.003A8 di 75						
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.									
PROGETTO ESECUTIVO									
Passerella - Relazione di calcolo									

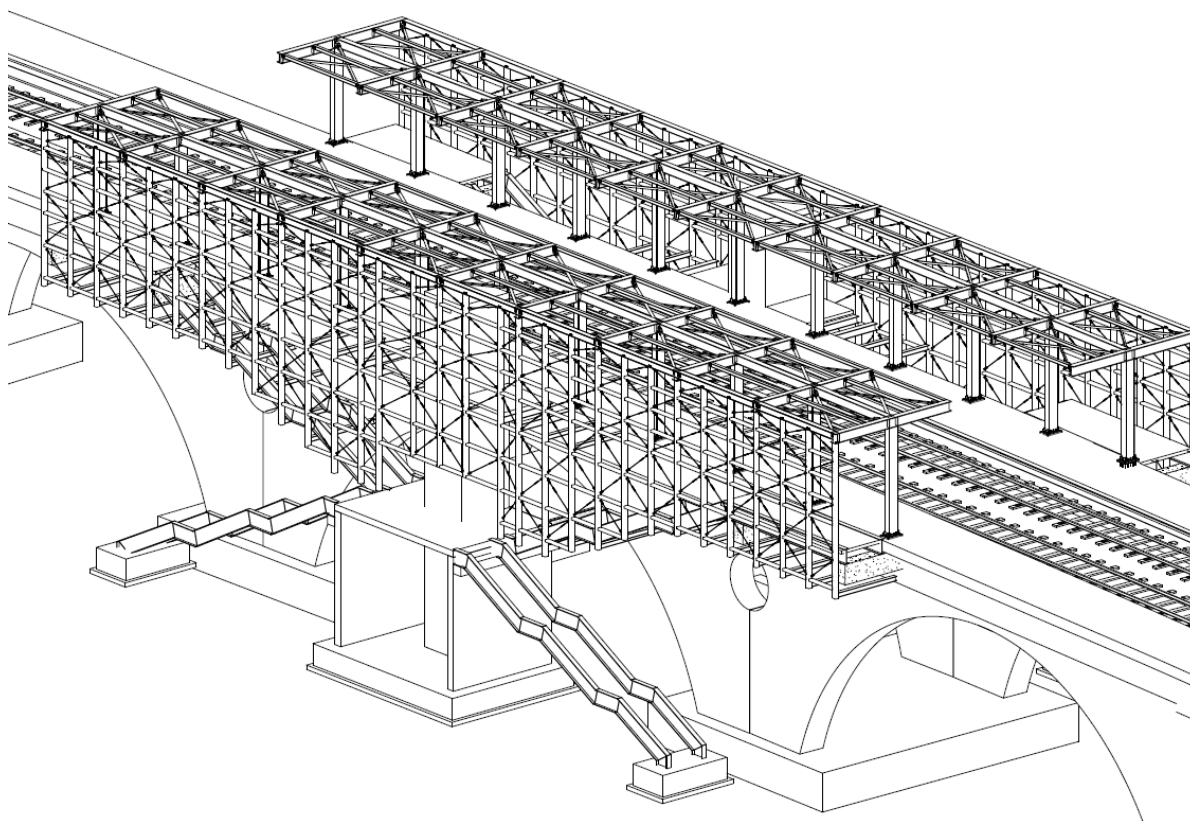


Figura 4: Vista 3D della passerella

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	9 di 75

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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 10 di 75

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

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:			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											
<u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.												
PROGETTISTA:														
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO											
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ		CODIFICA CL		DOCUMENTO FV.02.B0.003		REV. A		PAGINA 11 di 75	

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

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	$\frac{N}{mm^2}$
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	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	12 di 75

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> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.					
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 13 di 75

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 5.0m da p.c..

strato	Formazione	spessore strato	zbase strato	γ	ϕ
		(m)	(m da pc)	(kN/m ³)	(°)
1	DI	5.0	5.0	16	30
2	Po	2.0	7.0	16	32
3	Po	7.0	14.0	16	34
4	Po	2.0	16.0	16	33
5	Ts	6.0	22.0	15	37
6	Pb	13.0	35.0	16	35
7	Pb (sabbia)	15.0	50.0	16	35

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 **Pb** – Piroclastiti di base sabbioso limose.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo						
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	14 di 75	

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;
- i sovraccarichi accidentali: carico accidentale connesso all'affollamento dei locali;
- 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^3 , per l'acciaio un peso specifico pari a 78.5kN/m^3 .

Il peso proprio dell'impalcato prefabbricato della passerella, di tipo Spiroll $s=50\text{cm}$, con soletta in calcestruzzo $s=6\text{cm}$, è stato valutato come indicato nel prospetto di seguito:

PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI G1

Impalcato passerella	kN/m^2
Solaio prefabbricato tipo Spiroll - $s=56$ (50+6)	7.6

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 e impalcato

LP1 – permanenti portati copertura e impalcato	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m ²
Massetto di finitura in cls alleggerito	10	0.1	1.0
Pavimentazione	-	-	0.3
Strato di impermeabilizzazione	-	-	0.1
Intonaco	-	-	0.2
Finiture tipo 1 - TOTALE (kN/m ²)	1.6		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			Mandante: ASTALDI S.p.A.				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										
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				ROCKSOIL S.p.A.										
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO				LOTTO		CODIFICA		DOCUMENTO		REV.		PAGINA		
			IF1M				0.0.E.ZZ		CL		FV.02.B0.003		A		15 di 75		

LP2 – permanenti portati rampe	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m ²
Pavimentazione in gres	-	-	0.4
Allettamento	-	-	0.5
Materassino in neoprene	-	-	0.06
Finiture tipo 2 - TOTALE (kN/m2)			0.96
LP3 – permanenti portati rampe	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m ²
Angolari gradini e grigliato	-	-	0.6
TOTALE (kN/m2)			0.60
LP4 – permanenti portati rampe	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m
Parapetto	-	-	0.22
Lamiera forata di rivestimento parapetto	-	-	0.21
Finiture tipo 3 - TOTALE (kN/m)			0.43

6.3 SOVRACCARICHI VARIABILI Q (3.1.4 NTC-2008)

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

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

In corrispondenza dei percorsi pedonali individuati sul solaio in c.a., sull'impalcato della passerella e sulle scale che si attestano sulla spalla, suscettibili di affollamento, si considera un carico 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 ²
--	-----------------------

APPALTATORE:			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					
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:								
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						ROCKSOIL S.p.A.
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	16 di 75

6.4 AZIONI SISMICHE Q_7

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;

η : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , 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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	17 di 75

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;

η : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ , 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.			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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
						IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	18 di 75	

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	≥100

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

Classi D'uso

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.			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		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 19 di 75

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.			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				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA		
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	20 di 75		

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> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
						IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	21 di 75	

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.			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									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO			LOTTO		CODIFICA		DOCUMENTO		REV.		PAGINA	
			IF1M			0.0.E.ZZ		CL		FV.02.B0.003		A		22 di 75	

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

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

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.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	23 di 75

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

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

$S_s = 1.38$

$C_c = 1.48$

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:			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					
Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA:								
Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	24 di 75

6.4.1 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

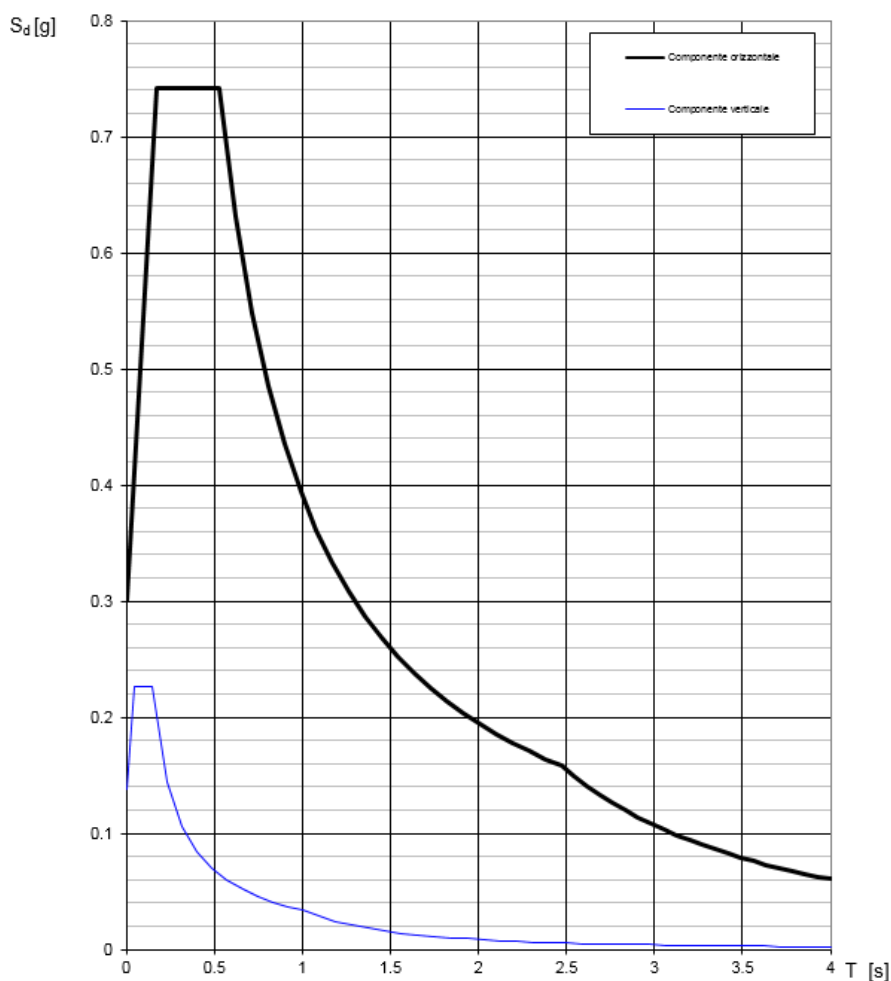


Figura 5: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 25 di 75

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
η	1.000
T_B	0.175 s
T_C	0.526 s
T_D	2.473 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

(NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q$$

(NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$$T_B = T_C / 3$$

(NTC-07 Eq. 3.2.8)

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

(NTC-07 Eq. 3.2.7)

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

(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 η 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
$T_B \leftarrow$	0.175	0.742
$T_C \leftarrow$	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
$T_D \leftarrow$	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:			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						
Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.									
PROGETTISTA:									
Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA						
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.003 A 26 di 75						

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

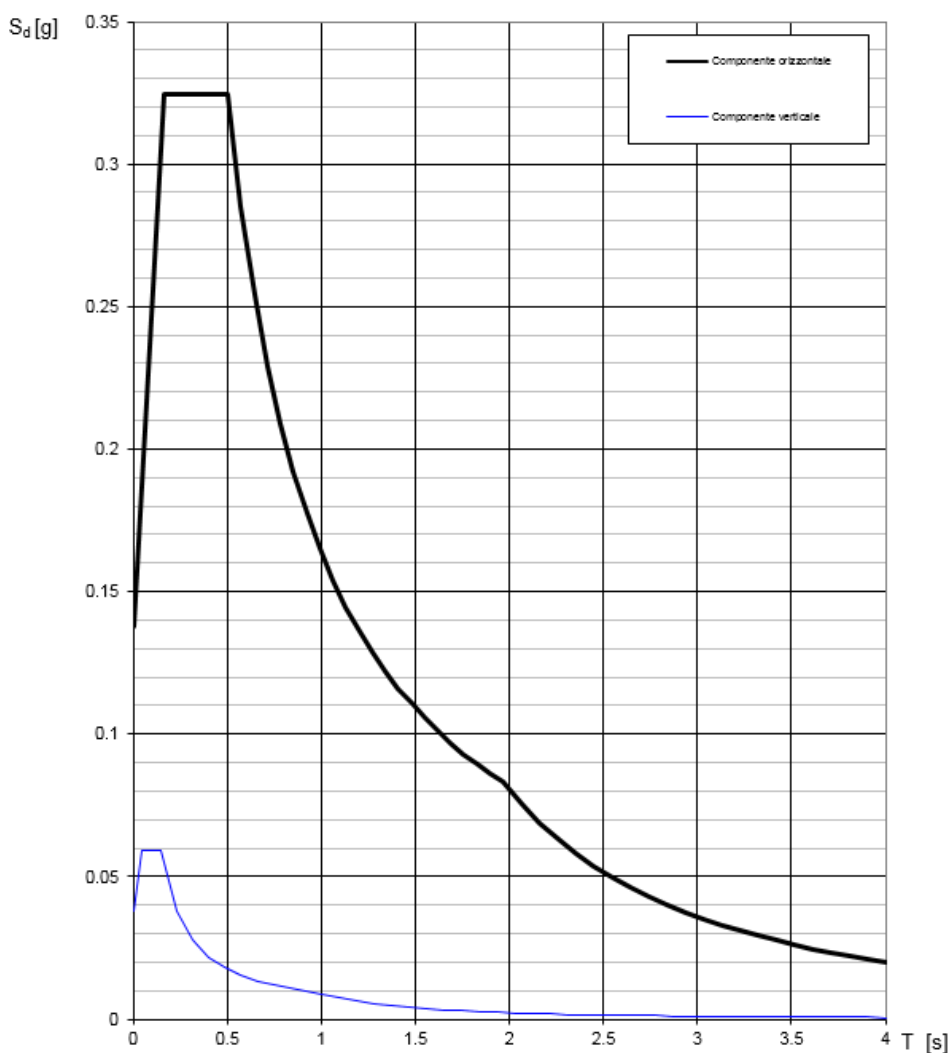


Figura 6: Spettri di risposta elastici_SLD (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE:		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				
Mandataria:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.				
PROGETTISTA:						
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A
					PAGINA	27 di 75

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a _g	0.092 g
F _o	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
η	1.000
T _B	0.168 s
T _C	0.504 s
T _D	1.968 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

(NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

(NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$$T_B = T_C / 3$$

(NTC-07 Eq. 3.2.8)

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

(NTC-07 Eq. 3.2.7)

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

(NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

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

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

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

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

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 η 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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 28 di 75

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

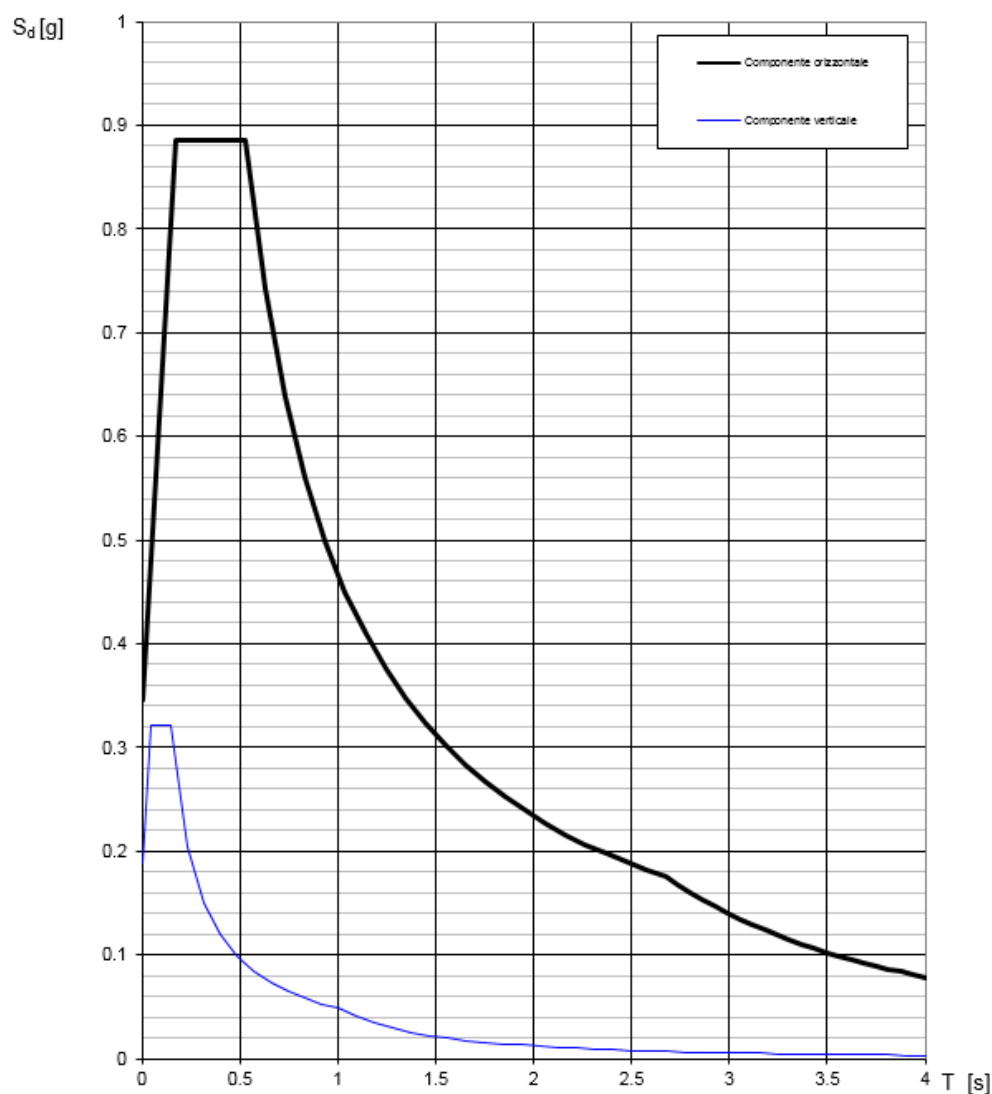


Figura 7: Spettri di risposta elastici_SLC (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE:		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				
Mandataria:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.				
PROGETTISTA:						
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A
						PAGINA
						29 di 75

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a _g	0.269 g
F _o	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
η	1.000
T _B	0.176 s
T _C	0.529 s
T _D	2.675 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1 / q$$

$$T_B = T_C / 3$$

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

(NTC-08 Eq. 3.2.5)

(NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

(NTC-07 Eq. 3.2.8)

(NTC-07 Eq. 3.2.7)

(NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto S_d(T) per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico S_s(T) sostituendo η 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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	30 di 75

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

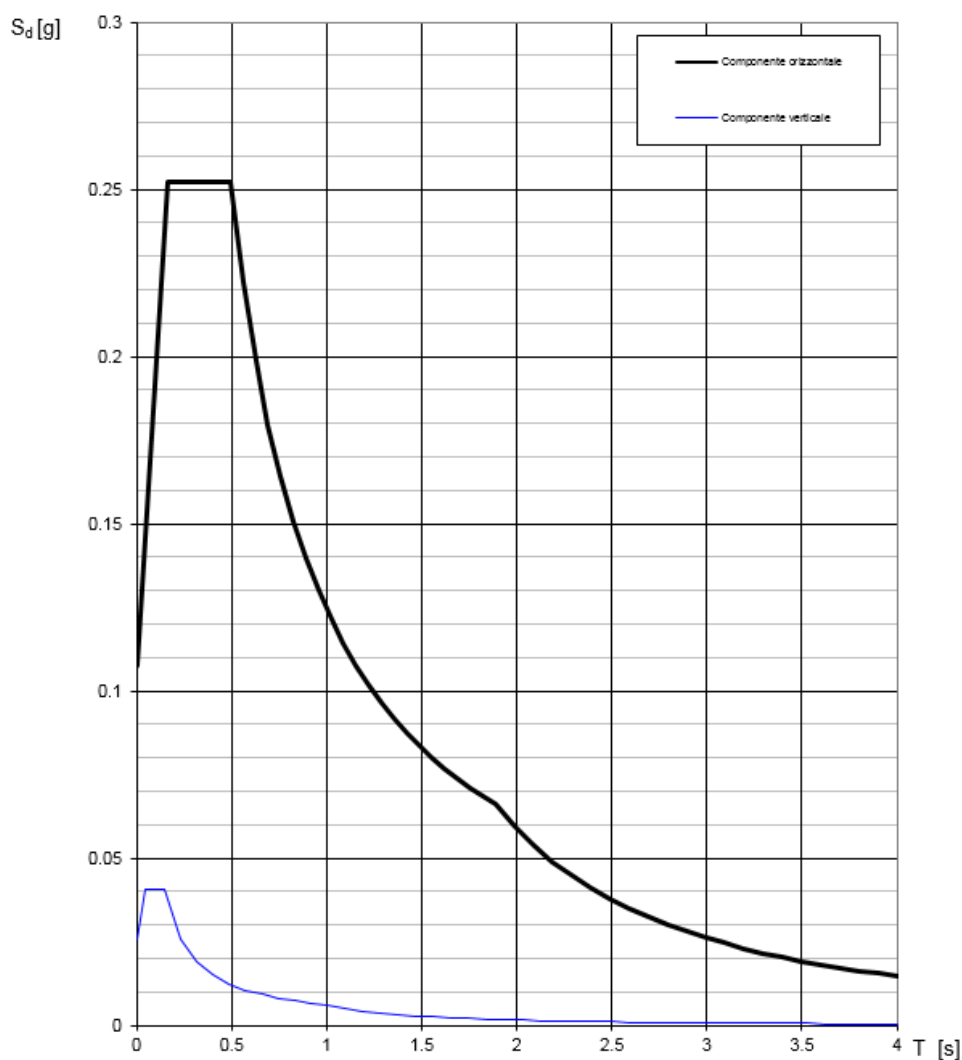


Figura 8: Spettri di risposta elastici_SLO (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE:		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				
Mandataria:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.				
PROGETTISTA:						
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A
						PAGINA
						31 di 75

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a _g	0.072 g
F _o	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
η	1.000
T _B	0.165 s
T _C	0.494 s
T _D	1.887 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1 / q$$

$$T_B = T_C / 3$$

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

(NTC-08 Eq. 3.2.5)

(NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

(NTC-07 Eq. 3.2.8)

(NTC-07 Eq. 3.2.7)

(NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto S_d(T) per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico S_s(T) sostituendo η 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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 32 di 75

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 γ 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

β_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 β 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> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.													<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo																		
PROGETTO			LOTTO		CODIFICA		DOCUMENTO		REV.		PAGINA							
IF1M			0.0.E.ZZ		CL		FV.02.B0.003		A		33 di 75							

7 COMBINAZIONI DI CARICO E VALUTAZIONE DELLE MASSE

Le masse strutturali sono calcolate in automatico dal software di calcolo utilizzato considerando le masse sismiche provenienti dai carichi superficiali, dai carichi lineari, dal peso proprio degli elementi strutturali.

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I carichi accidentali sono stati considerati ai fini del peso sismico secondo i seguenti coefficienti di combinazione, Ψ_{2j} (da tab. 2.5.I e tab. 5.2.VI - NTC-2008):

- Ambienti suscettibili di affollamento – categoria C 0.6

La componente sismica E è stata calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti ed è stata poi combinata con gli effetti pseudo-statici indotti dagli spostamenti relativi prodotti dalla variabilità spaziale della componente stessa, utilizzando la radice quadrata della somma dei quadrati. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

Gli effetti della torsione accidentale sono presi in considerazione applicando ad ogni piano i momenti $M_i = e_{ai} F_i$, con $e_{ai} = \pm 5\%$ della dimensione massima del piano in direzione perpendicolare all'azione sismica.

Le combinazioni delle azioni sono state definite in accordo con quanto riportato al par. 2.5.3 del DM 14.1.2008:

APPALTATORE:			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						
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.							
PROGETTISTA:									
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA						
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.003 A 34 di 75						

- 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 γ_{Gi} e γ_{Qj} e quelli dei coefficienti di combinazione ψ_{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: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.								
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	35 di 75

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{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 ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_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 ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ 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.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Figura 9: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_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	$\Sigma 1$	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	$\Sigma 2$	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	$\Sigma 3$	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	$\Sigma 4$	1,00	1,00 ⁽¹⁾	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

(1) 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.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 10: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	36 di 75

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	Accidentale 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	-	-	-	-	-	-	-
3	SLE RA	SLE RA 1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
5	SLE FR	SLE FR 1	1	1	0.7	-	-	-	-	-	-	-
7	SLE QP	SLE QP 1	1	1	0.6	-	-	-	-	-	-	-
8	SL SALVAGUARDIA VITA	SLV1	1	1		1	0.3	-	-	-	-	-
9		SLV2	1	1		1	-0.3	-	-	-	-	-
10		SLV3	1	1		-1	0.3	-	-	-	-	-
11		SLV4	1	1		-1	-0.3	-	-	-	-	-
12		SLV5	1	1		0.3	1	-	-	-	-	-
13		SLV6	1	1		0.3	-1	-	-	-	-	-
14		SLV7	1	1		-0.3	1	-	-	-	-	-
15		SLV8	1	1		-0.3	-1	-	-	-	-	-

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	37 di 75

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

Figura 11: Coefficienti di combinazione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
Mandante: ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 38 di 75

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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	39 di 75	

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 ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

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

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{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.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	40 di 75

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_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 σ_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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	41 di 75	

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);

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

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

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

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ 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: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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			
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo						
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	42 di 75	

d	è l'altezza utile della sezione;
b_w	è la larghezza minima della sezione;
σ_{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;
θ	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 ($f'_{cd}=0.5f_{cd}$);
α	è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrane non compresse.

Per quanto riguarda le verifiche degli elementi strutturali in acciaio, queste sono state eseguite seguendo i criteri esposti nella normativa vigente.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 43 di 75

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 della spalla della passerella sulla quale sono stati applicati gli scarichi espletati dall'impalcato prefabbricato; sono state inoltre modellate le scale in acciaio di accesso alla stazione, che si attestano sulla spalla in esame.

Tutti gli elementi strutturali della spalla 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 kN/m^3 .

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

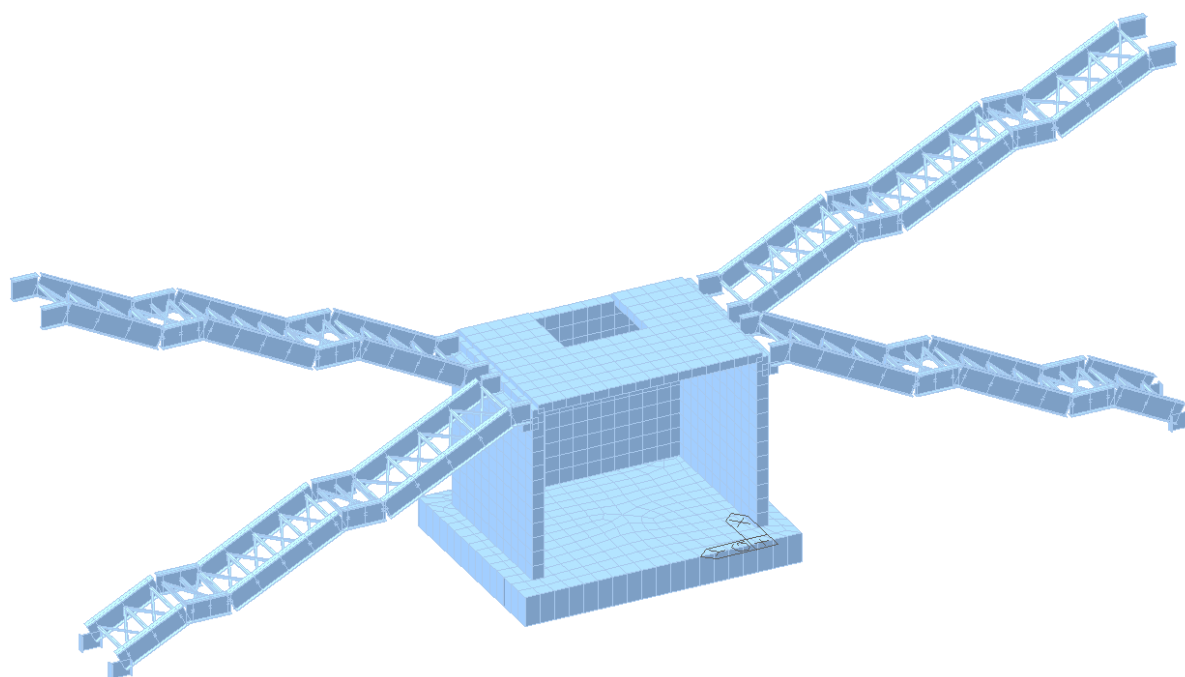


Figura 12: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
<u>Mandante:</u> ASTALDI 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		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 44 di 75

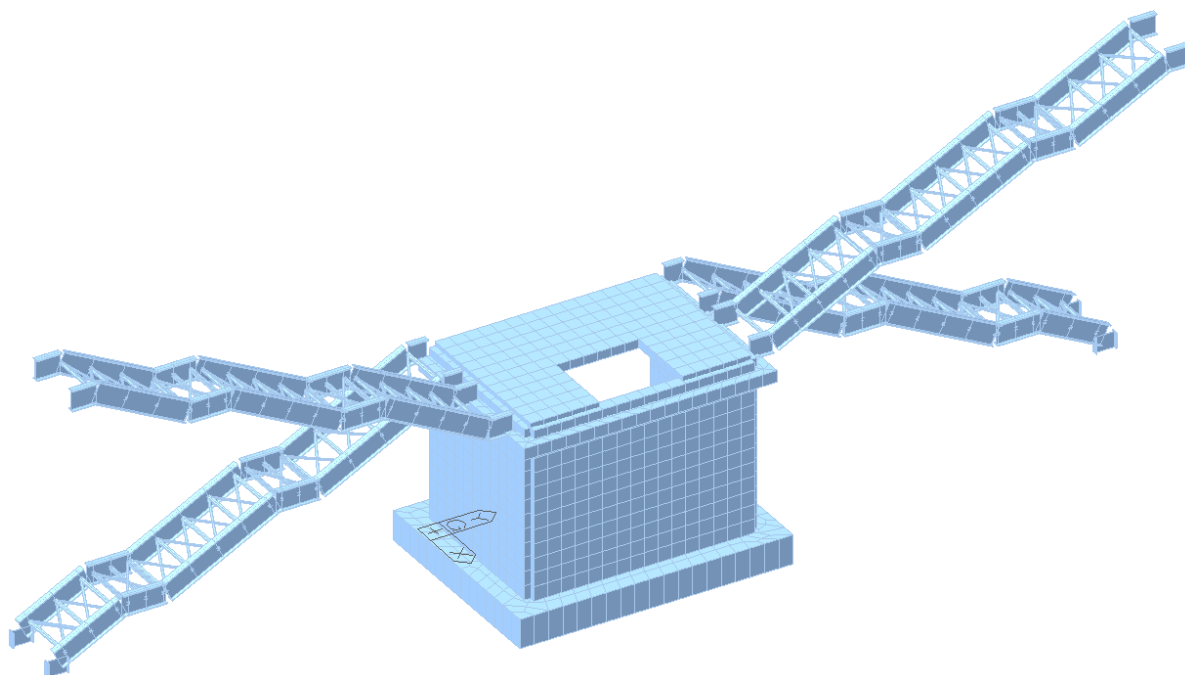


Figura 13: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale

9.1.1 Geometria

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

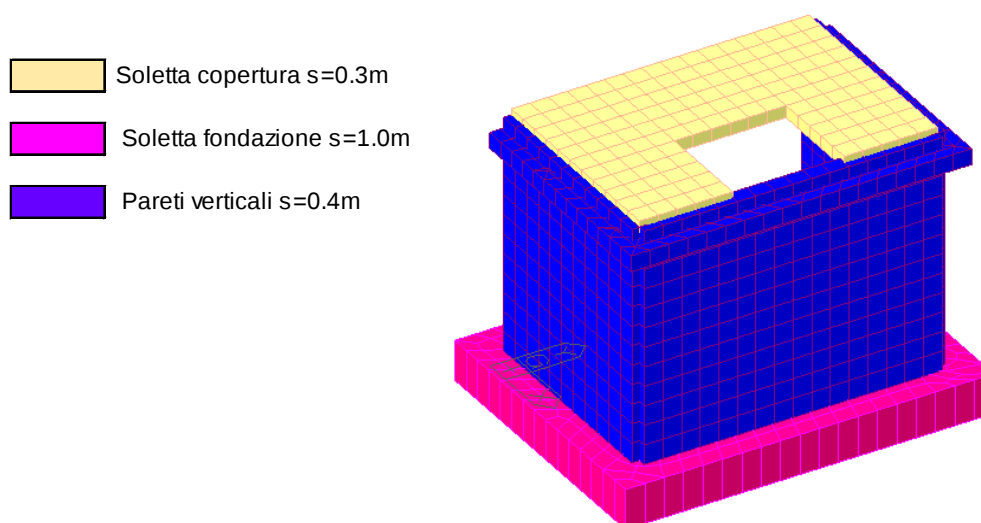


Figura 14: Modello FEM 3D – Geometria degli elementi

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 45 di 75

9.1.2 Carichi applicati

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

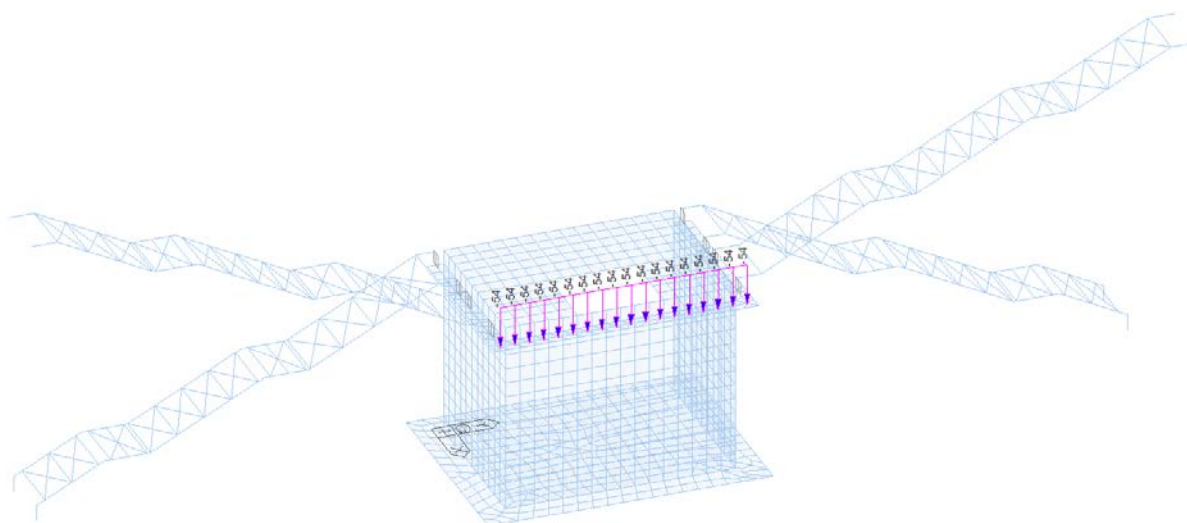


Figura 15: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti strutturali – Carico lineare (kN/m)

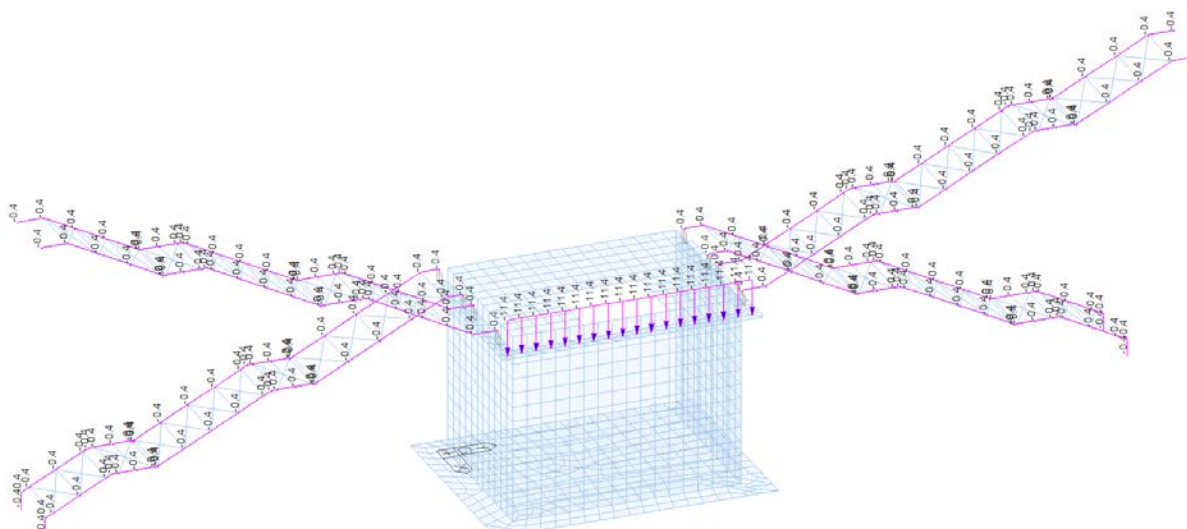


Figura 16: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti non strutturali – Carico lineare (kN/m)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 48 di 75

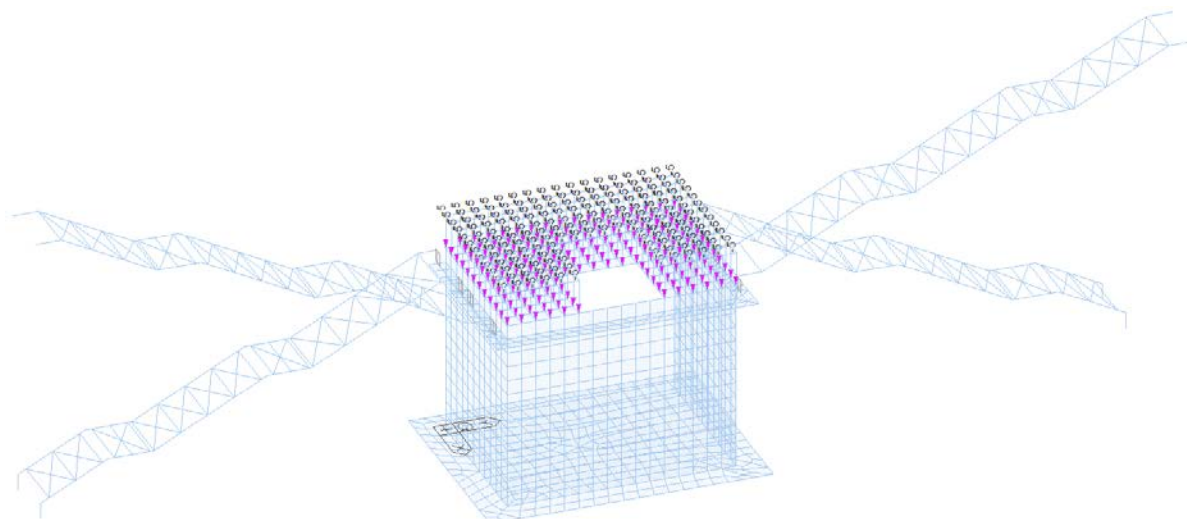


Figura 20: Modello FEM 3D – Applicazione del carico accidentale connesso alla presenza della folla
 – Carico superficiale copertura (kN/m^2)

Per quanto riguarda le distribuzioni di carico superficiale considerate per i sovraccarichi accidentali delle scale, si faccia riferimento al prospetto mostrato sopra per i carichi permanenti delle scale.

APPALTATORE:			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						
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.									
PROGETTISTA:									
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.									
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA						
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.003 A 49 di 75						

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
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	M_u
								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					

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.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 Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 50 di 75

Filtro sollecitazioni con sezione Y1
 Combinazione SLU

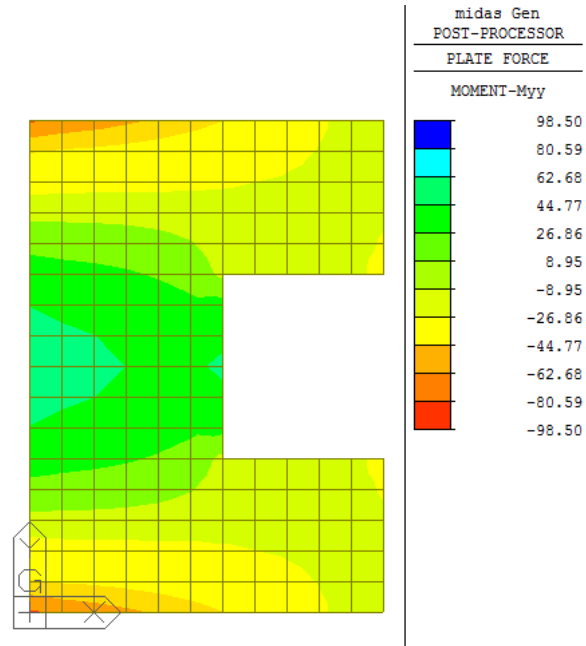


Figura 21: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

Combinazione SLE

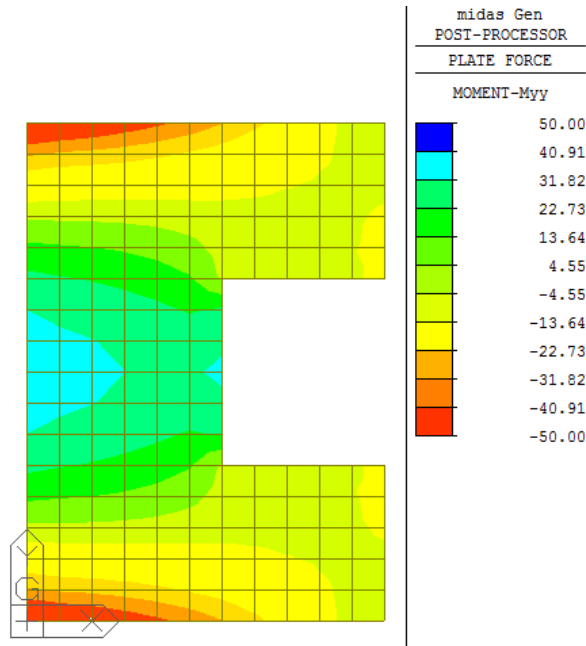


Figura 22: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			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						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 51 di 75	

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 _{SLE,0.2}	σ _{c,sle,0.2}	σ _{a,sle,0.2}	Mu
			barre	mm	cm ²	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					

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

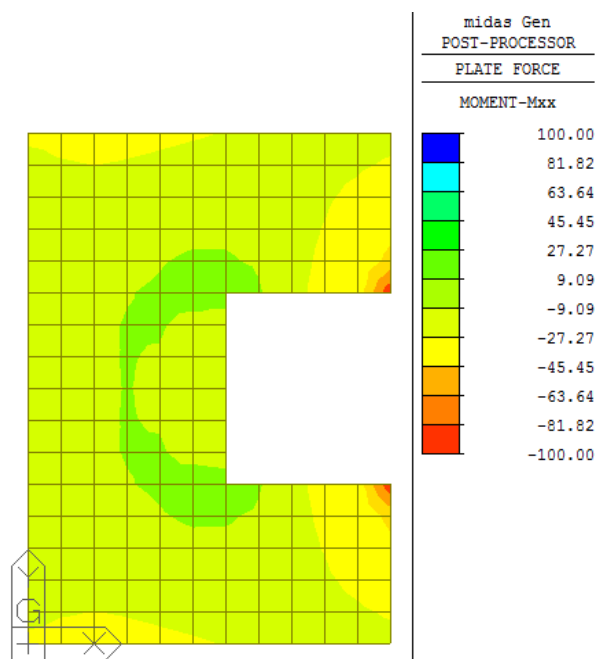


Figura 23: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

APPALTATORE: Mandataria: <u>SALINI IMPREGILO S.p.A.</u> Mandante: <u>ASTALDI S.p.A.</u>			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					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>SYSTRA S.A.</u> Mandante: <u>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</u> <u>ROCKSOIL S.p.A.</u>			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	53 di 75

10.1.3 Soletta copertura s=0.3m - Verifiche a taglio

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

SEZIONE			
b _w	=	100	cm
h	=	30	cm
c	=	4	cm
d	=	h-c	= 26 cm
MATERIALI			
f _{ywd}	=	391.30	MPa
R _{ck}	=	40	MPa
γ _c	=	1.5	
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 33.2 MPa
f _{cd}	=	0.85x f _{ck} /γ _c	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
ø _{st}	=	12	
braccia	=	2	
ø _{st2}	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	50	cm
(A _{sw} / s)	=	4.524	cm ² / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
ø _l	=		
Numero	=		
A _{sl}	=	0.000	cm ²
TAVOLA 1.1 - VERIFICA A TAGLIO			
TAVOLA 1.1 - VERIFICA A TAGLIO		V _{Ed} =	(KN)
SFORZO NORMALE		N _{Ed} =	(KN)

IPOTESI 1		Cot ϕ = 2,5	ϕ = 21,8°
Armatura trasversale			
V _{Rsd} =	103.56 (KN)	0,9 · d · $\frac{A_{sw}}{s}$ · f _{ywd} · (ctgα + ctgθ) · sin α	
V _{Rcd} =	759.02 (KN)	0,9 · d · b _w · α _c · f' _{cd} · (ctgα + ctgθ)/(1 + ctg ² θ)	
V _{Rd} =	103.56 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
IPOTESI 2		Cot ϕ = 1	ϕ = 45°
Armatura trasversale			
V _{Rsd} =	41.42 (KN)	0,9 · d · $\frac{A_{sw}}{s}$ · f _{ywd} · (ctgα + ctgθ) · sin α	
V _{Rcd} =	1100.58 (KN)	0,9 · d · b _w · α _c · f' _{cd} · (ctgα + ctgθ)/(1 + ctg ² θ)	
V _{Rd} =	41.42 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
IPOTESI 3		Cot ϕ in cui V _{Rsd} =V _{Rcd}	:Rottura bilanciata
cot(θ) =	7.22 (calcolato)	cot(θ) =	2.50 (limitato)
θ =	7.88 °	0,9 · d · $\frac{A_{sw}}{s}$ · f _{ywd} · (ctgα + ctgθ) · sin α	
V _{Rsd} =	299.10 (KN)	0,9 · d · b _w · α _c · f' _{cd} · (ctgα + ctgθ)/(1 + ctg ² θ)	
V _{Rcd} =	299.10 (KN)		
V _{Rd} =	299.10 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
V _{Rd} =	104 (KN)		

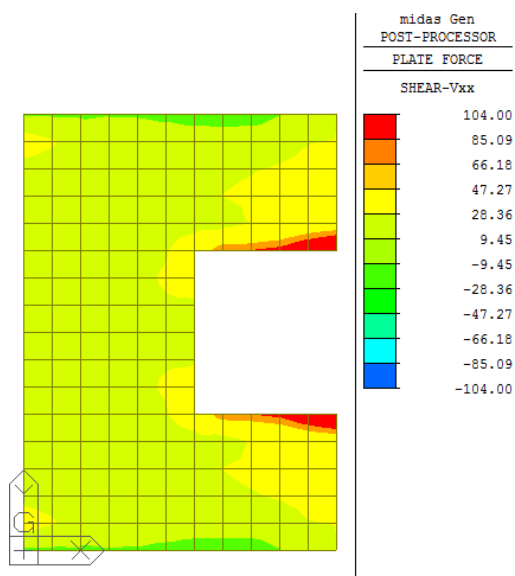


Figura 25: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A PAGINA 54 di 75

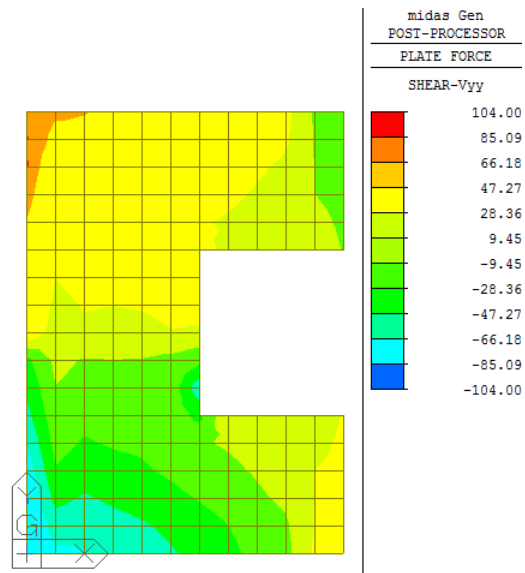


Figura 26: SLU– Vyy(kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE:			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								
<u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.									<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		
PROGETTISTA:											
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	55 di 75			

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

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	M_u
			barre	mm	cm ²	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					

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

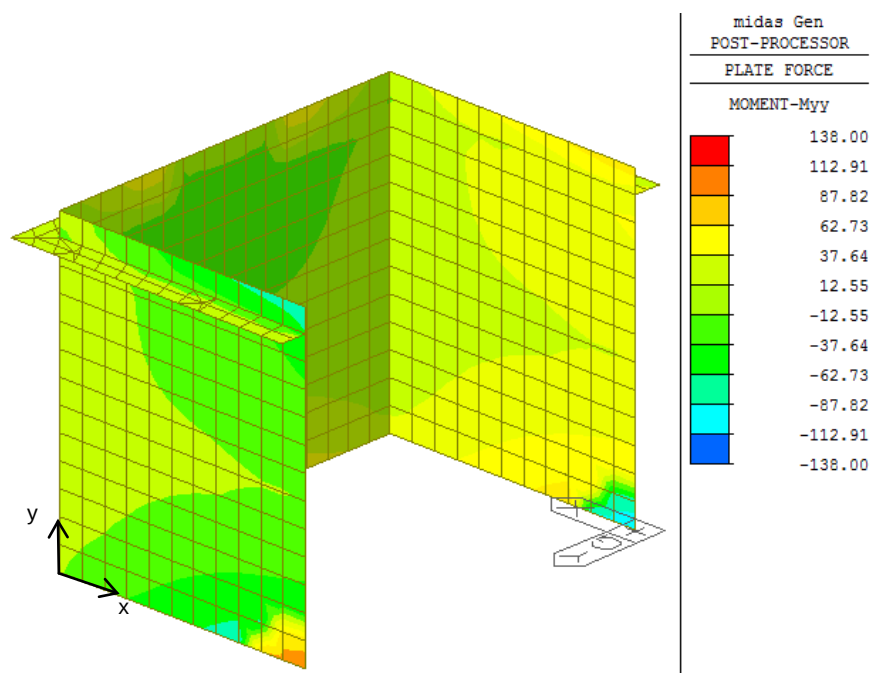


Figura 27: Y1 – SLU – M_{yy} (kNm/m)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI		
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.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		
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL
			DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			FV.02.B0.003	A	56 di 75

Combinazione SLE

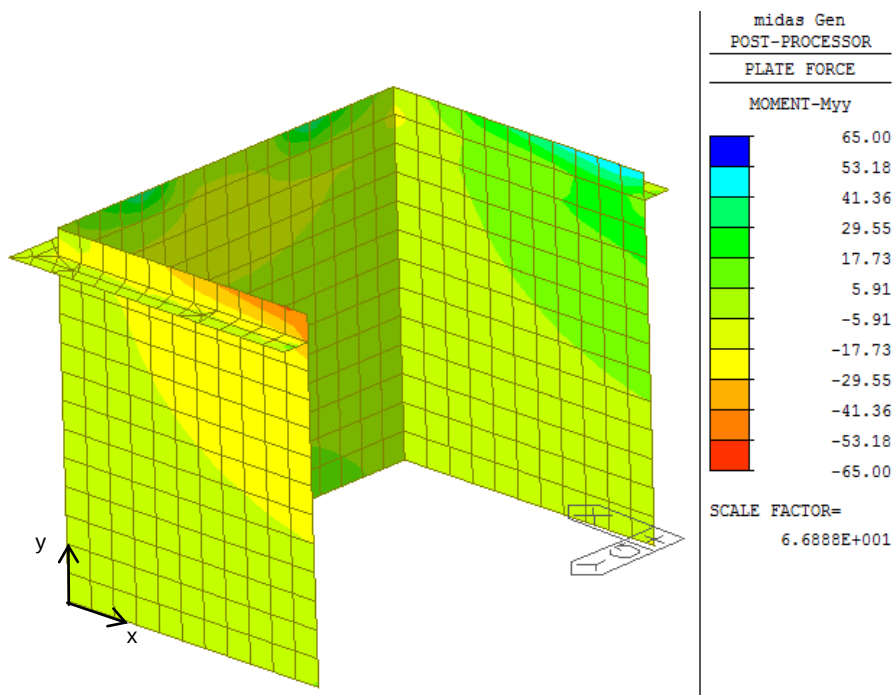


Figura 28: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

10.1.5 Pareti verticali $s=0.4m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI PARETI VERTICALI			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	
			barre	mm	cm ²	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>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 57 di 75

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

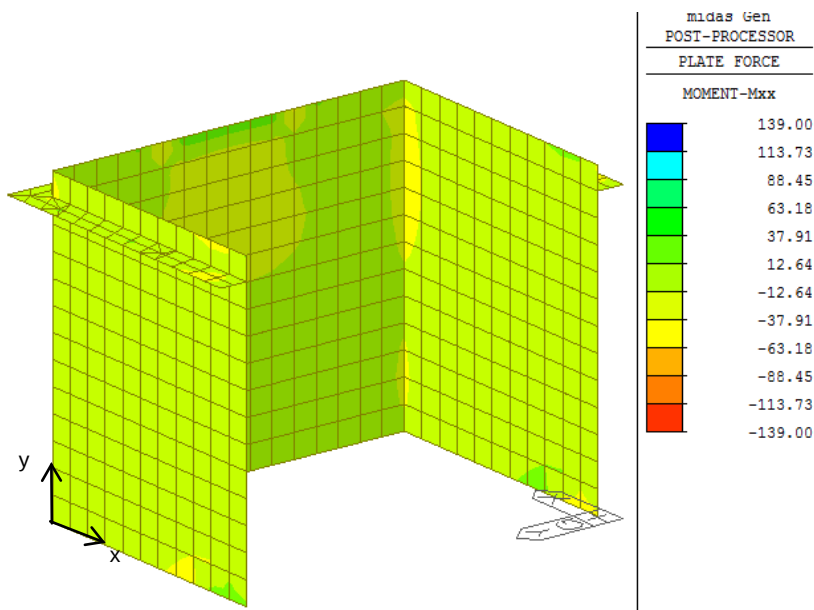


Figura 29: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

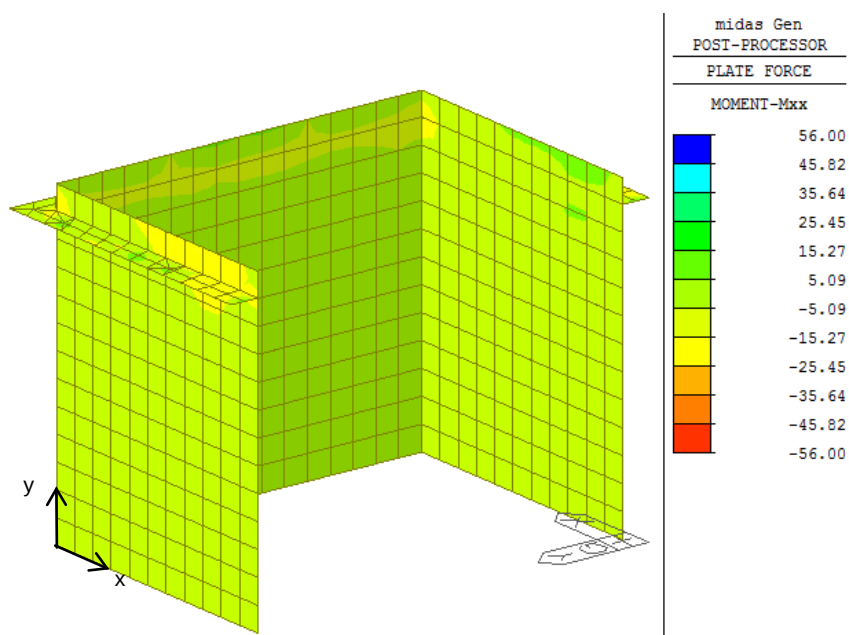


Figura 30: X1 – SLE – M_{xx} (kNm/m)

APPALTATORE:		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			
Mandatario:	Mandante:				
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.				
PROGETTISTA:		PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.003 A 58 di 75			
Mandatario:	Mandante:				
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO					
Passerella - Relazione di calcolo					

10.1.6 Pareti verticali s=0.4m - Verifiche a taglio

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

SEZIONE				IPOTESI 1			
b _w	=	100	cm	Cot ϕ = 2,5 ϕ = 21,8°			
h	=	40	cm	Armatura trasversale			
c	=	4	cm	V _{Rsd} = 143.39 (KN)			
d	=	h-c	=	36	cm	0,9 · d · $\frac{A_{sw}}{s}$ · f _{yd} · (ctgα + ctgθ) · sin α	
MATERIALI				V _{Rcd} = 1050.95 (KN)			
f _{ywd}	=	391.30	MPa	0,9 · d · b _w · α _c · f' _{cd} · (ctgα + ctgθ) / (1 + ctg ² θ)			
R _{ck}	=	40	MPa	V _{Rd} = 143.39 (KN)			
γ _c	=	1.5		min(V _{Rsd} , V _{Rcd})			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.2	MPa	IPOTESI 2	
f _{cd}	=	0.85x _{f_{ck}} /γ _c	=	18.81	MPa	Cot ϕ = 1 ϕ = 45°	
ARMATURE A TAGLIO				Armatura trasversale			
ϑ _{st}	=	12		V _{Rsd} = 57.36 (KN)			
braccia	=	2		0,9 · d · $\frac{A_{sw}}{s}$ · f _{yd} · (ctgα + ctgθ) · sin α			
ϑ _{st2}	=	0		V _{Rcd} = 1523.88 (KN)			
braccia	=	0		0,9 · d · b _w · α _c · f' _{cd} · (ctgα + ctgθ) / (1 + ctg ² θ)			
passo	=	50	cm	V _{Rd} = 57.36 (KN)			
(A _{sw} / s)	=	4.524	cm ² / m	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})			
α	=	90	°	IPOTESI 3			
(90° staffe verticali)				Cot ϕ in cui VRsd=VRcd : Rottura bilanciata			
ARMATURE LONGITUDINALI				cot(θ) = 7.22 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)			
ϑ _l	=			θ = 7.88 °			
Numero	=			V _{Rsd} = 414.14 (KN)			
A _{sl}	=	0.000	cm ²	0,9 · d · $\frac{A_{sw}}{s}$ · f _{yd} · (ctgα + ctgθ) · sin α			
TAGLIO AGENTE				V _{Rcd} = 414.14 (KN)			
V _{Ed} =				0,9 · d · b _w · α _c · f' _{cd} · (ctgα + ctgθ) / (1 + ctg ² θ)			
(KN)				V _{Rd} = 414.14 (KN)			
SFORZO NORMALE				V _{Rd} = 143 (KN)			
N _{Ed} =							
(KN)							

APPALTATORE:

Mandataria:

SALINI IMPREGILO S.p.A.

Mandante:

ASTALDI S.p.A.

PROGETTISTA:

Mandataria:

SYSTRA S.A.

Mandante:

SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

ROCKSOIL S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

Passerella - Relazione di calcolo

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

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

PAGINA

IF1M

0.0.E.ZZ

CL

FV.02.B0.003

A

59 di 75

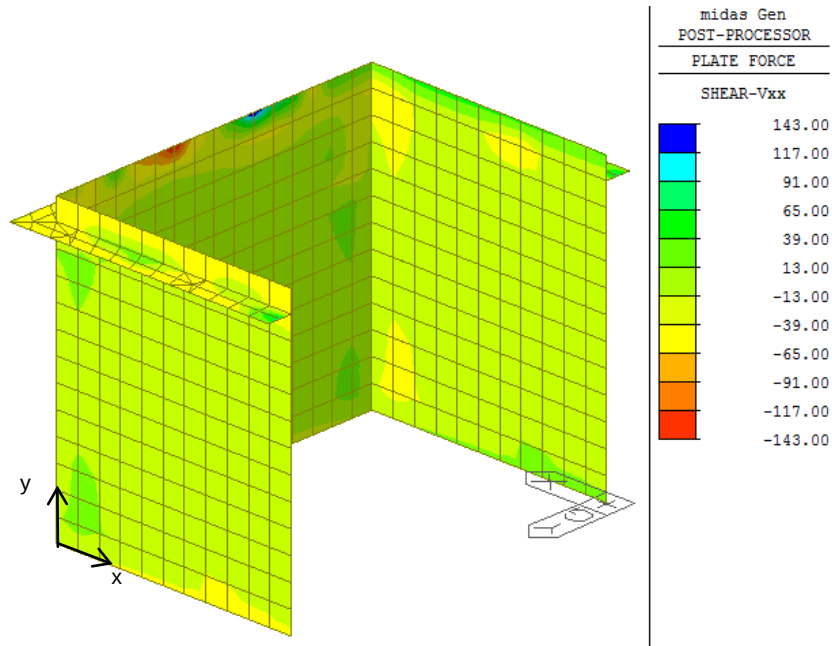


Figura 31: SLU- Vxx (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$

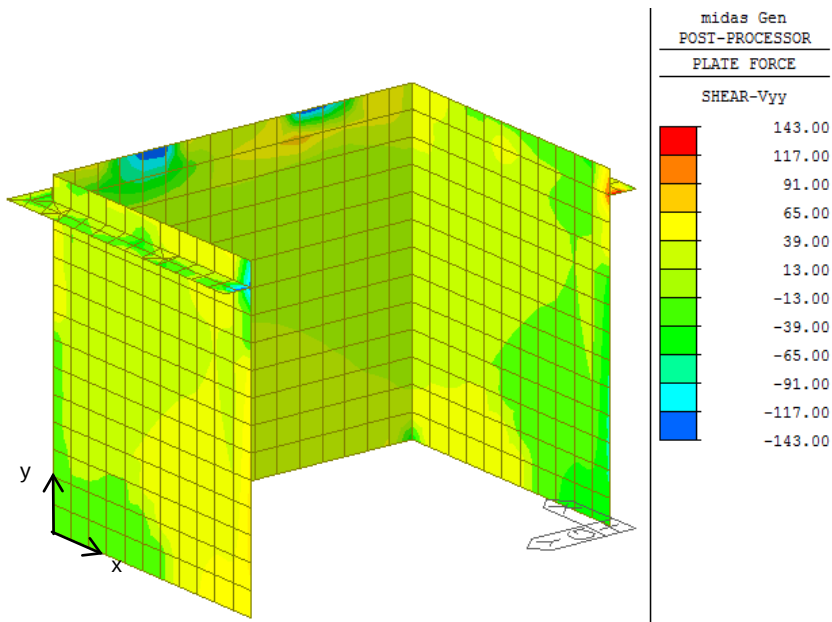


Figura 32: SLU- Vyy (kN/mw) - $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.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 Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL
					DOCUMENTO
					FV.02.B0.003
					REV.
					A
					PAGINA
					60 di 75

10.1.7 Soletta fondazione s=1.0m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y

SEZIONI SOLETTA FONDAZIONE			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M _{SLE,0.2}	σ _{c,sle,0.2}	σ _{a,sle,0.2}	Mu
			barre	mm	cm ²	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
Y1=100x100	Lato compresso	1° strato	5	20	15.71	6.2	0	290	3.21	210	564
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	20	15.71	6.2					

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

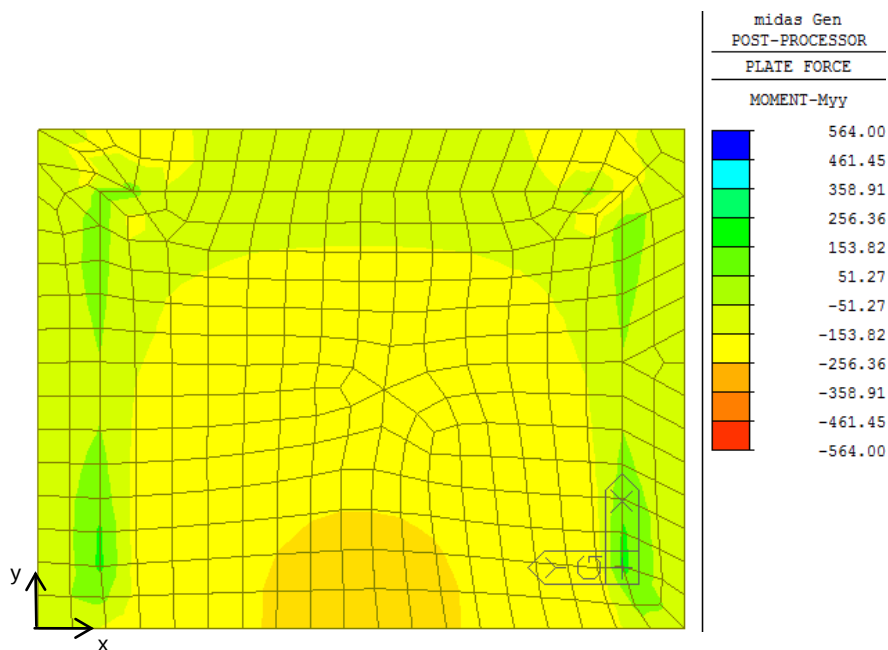


Figura 33: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI		
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.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		
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL
			DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			FV.02.B0.003	A	62 di 75

10.1.8 Soletta fondazione s=1.0m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X

SEZIONI SOLETTA FONDAZIONE			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								M _{SLE,0.2}	σ _{c,sle,0.2}	σ _{a,sle,0.2}	Mu
			barre	mm	cm ²	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X1=100x100	Lato compresso	1° strato	5	20	15.71	8.2	0	240	2.8	178	556
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	20	15.71	8.2					

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

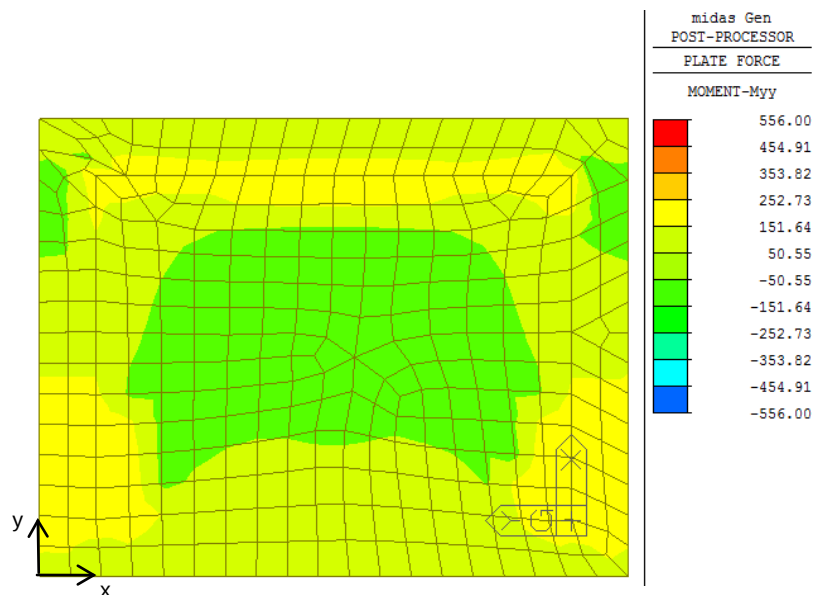


Figura 35: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			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					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 63 di 75

Combinazione SLE

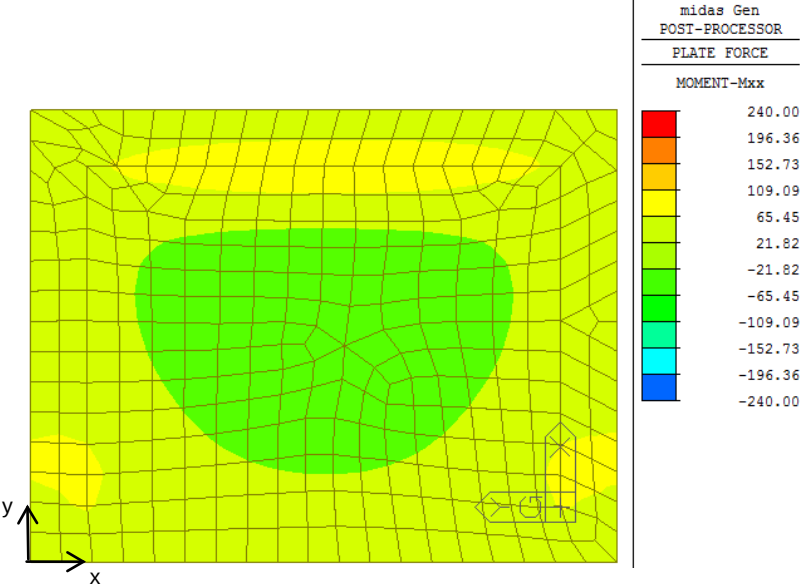


Figura 36: X1 – SLE – M_{xx} (kNm/m)

APPALTATORE:			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					
<u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.								
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA:								
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.								
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA					
Passerella - Relazione di calcolo			IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.003 A 64 di 75					

10.1.9 Soletta fondazione s=1.0m - Verifiche a taglio

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

SEZIONE			
b _w	=	100	cm
h	=	100	cm
c	=	4	cm
d	=	h-c	= 96 cm
MATERIALI			
f _{ywd}	=	391.30	MPa
R _{ck}	=	30	MPa
γ _c	=	1.5	
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 24.9 MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	= 14.11 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
ϑ _{st}	=	12	
braccia	=	2	
ϑ _{st2}	=	0	
braccia	=	0	
passo	=	50	cm
(A _{sw} / s)	=	4.524	cm ² / m
α	=	90	(90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
ϑ _l	=		
Numero	=		
A _{sl}	=	0.000	cm ²
TAGLIO AGENTE		V _{Ed} =	(KN)
SFORZO NORMALE		N _{ed} =	(KN)

IPOTESI 1		Cot ϕ = 2,5	ϕ = 21,8°
Armatura trasversale			
V _{Rsd} =	382.37 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin \alpha$	
V _{Rcd} =	2101.90 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
V _{Rd} =	382.37 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
IPOTESI 2		Cot ϕ = 1	ϕ = 45°
Armatura trasversale			
V _{Rsd} =	152.95 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin \alpha$	
V _{Rcd} =	3047.76 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
V _{Rd} =	152.95 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
IPOTESI 3		Cot ϕ in cui V _{Rsd} =V _{Rcd} :Rottura bilanciata	
cot(θ) =	6.23 (calcolato)	cot(θ) =	2.50 (limitato)
θ =	9.11 °	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin \alpha$	
V _{Rsd} =	953.36 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
V _{Rcd} =	953.36 (KN)		
V _{Rd} =	953.36 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
V _{Rd} =	382 (KN)		

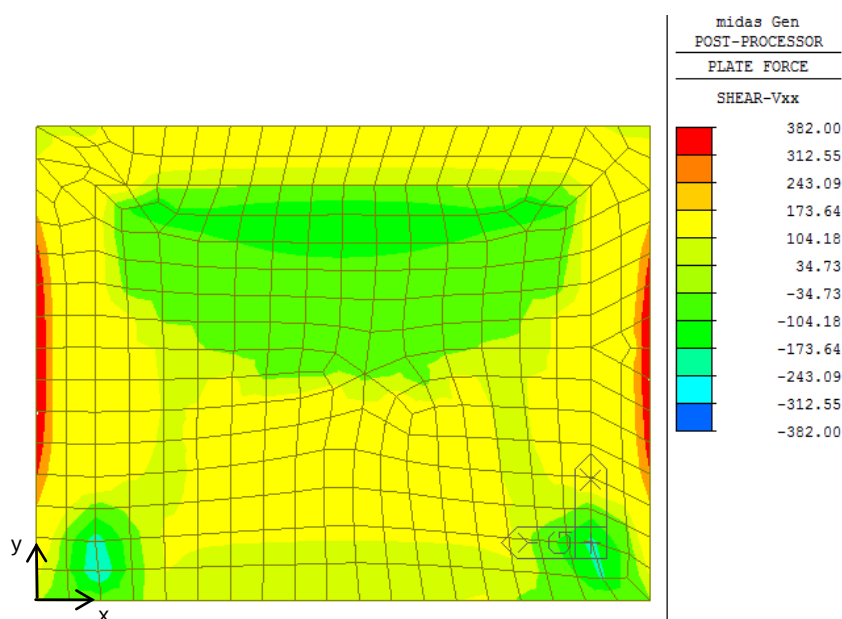


Figura 37: SLU- Vxx (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
<u>Mandante:</u> ASTALDI 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		
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.003	REV. A	PAGINA 65 di 75

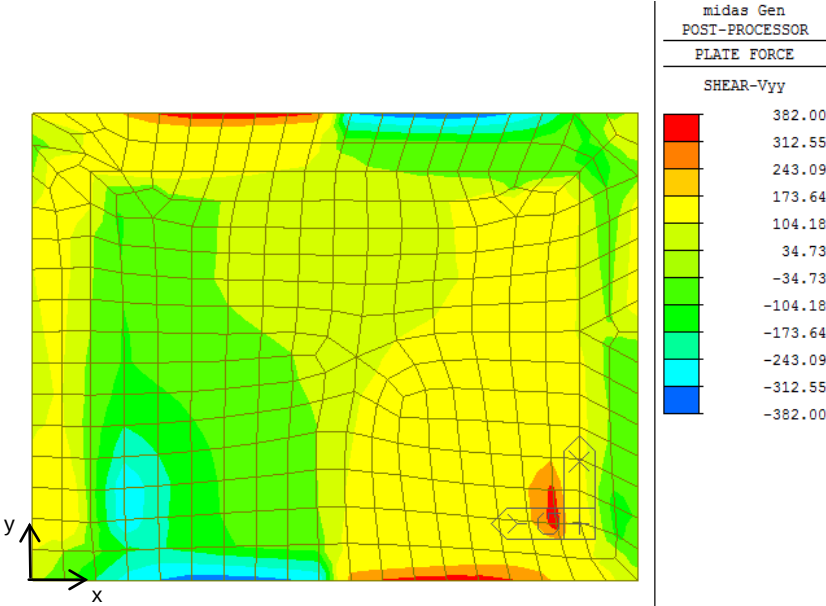


Figura 38: SLU– Vyy (kN/m) - ϕ 12/50x50

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.													<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo																		
PROGETTO			LOTTO		CODIFICA		DOCUMENTO		REV.		PAGINA							
IF1M			0.0.E.ZZ		CL		FV.02.B0.003		A		66 di 75							

10.1.10 Solaio prefabbricato di impalcato

Il solaio è prefabbricato del tipo “Spiroll”, con vincolo di appoggio semplice sulle spalle.

Ha uno spessore di 56cm, di cui 50cm propri della struttura e 6cm quale spessore della soletta in calcestruzzo all'estradosso.

I carichi che esso deve sopportare in esercizio sono rappresentati da:

- Peso proprio della struttura
- Peso della soletta in calcestruzzo: $P = 1.5\text{kN/m}^2$
- Peso permanente non strutturale: $P = 1.6\text{kN/m}^2$
- Sovraccarico accidentale: $Q = 5\text{kN/m}^2$

Il carico complessivo, al netto del peso proprio delle lastre è di 8.1kN/m^2 .

La luce netta è di 14.50m con una larghezza di 8.00m.

La tipologia di lastra solaio adottata ‘SX05’ risulta compatibile con le grandezze dimensionali di progetto e con i sovraccarichi agenti.

La lastra tipo SX avente altezza di 50cm ha un peso proprio di 6.13 kN/m^2 .

E' possibile evincere che in corrispondenza della luce di progetto di 14.50m il solaio prescelto può sopportare un carico complessivo, al netto del suo peso proprio, di 10kN/m^2 , valore limite che risulta maggiore del carico complessivo di progetto.

APPALTATORE:

Mandataria:

SALINI IMPREGILO S.p.A.

Mandante:

ASTALDI S.p.A.

PROGETTISTA:

Mandataria:

SYSTRA S.A.

Mandante:

SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

ROCKSOIL S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

Passerella - Relazione di calcolo

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

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

PAGINA

IF1M

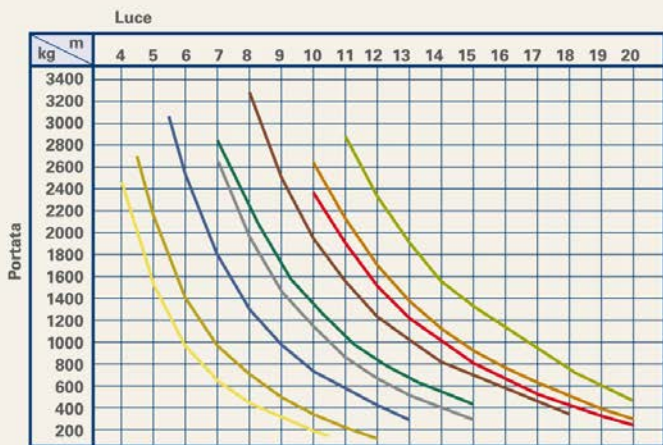
0.0.E.ZZ

CL

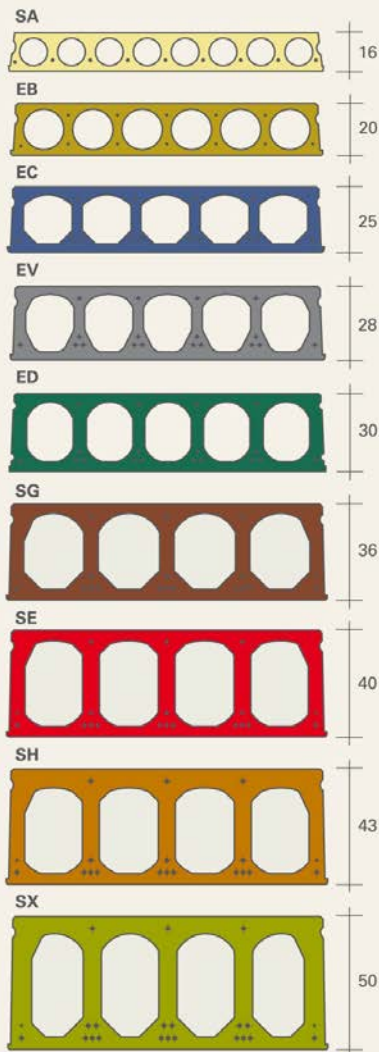
FV.02.B0.003

A

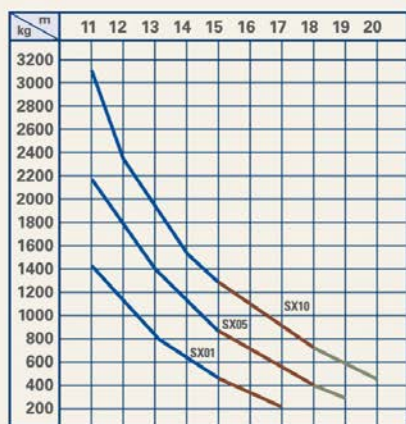
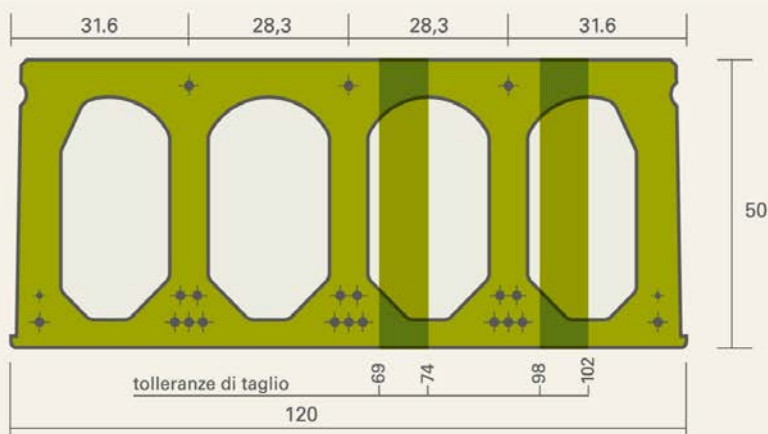
67 di 75



È possibile raggiungere maggiori prestazioni di resistenza al fuoco
aumentando di 2 cm lo spessore all'intradosso delle tipologie
EB / EC / ED / SG / SE.



APPALTATORE:			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					
Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA:								
Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO								
Passerella - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	68 di 75



Peso proprio: kg 613/m²

Trasporto: m² 48/viaggio

Incidenza getto di testata: m³ 0,320/lastra

Incidenza getto longitudinale: m³ 0,016/m

Sottomoduli: da 69 a 74

da 98 a 102

		Lunghezza lastra																	
Forata	Cod	10.50	11.00	11.50	12.00	12.50	13.00	13.50	14.00	14.50	15.00	15.50	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00		
	SX01	1625	1425	1250	1100	950	825	725	625	525	475	400	325	225					
	SX02	1850	1625	1425	1275	1125	975	850	750	650	575	480	425	300	200				
	SX03	2075	1850	1625	1450	1275	1125	1000	875	775	700	680	525	400	275				
	SX04	2300	2050	1825	1600	1425	1275	1125	1000	900	800	730	625	475	350	250			
	SX05	2475	2175	1975	1750	1575	1400	1250	1100	1000	875	790	700	550	400	300			
	SX06	2600	2350	2100	1875	1700	1500	1350	1225	1100	975	875	775	600	475	350	250		
	SX07	2775	2525	2250	1975	1800	1600	1425	1300	1175	1050	950	850	675	550	425	300		
	SX08	2950	2625	2350	2100	1900	1700	1525	1375	1250	1125	1010	925	750	600	475	350		
	SX09	3100	2775	2475	2225	2000	1800	1625	1450	1325	1200	1060	925	825	675	525	400		
	SX10	3250	2900	2600	2350	2100	1900	1725	1550	1400	1300	1140	1050	875	725	575	450		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.						<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.											
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ		CODIFICA CL		DOCUMENTO FV.02.B0.003		REV. A		PAGINA 69 di 75	

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:

γ = 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;

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

c_a = aderenza alla base della fondazione;

q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

η = 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_γ sono i coefficienti di capacità portante:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotg \phi ;$$

APPALTATORE:			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						
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.							
PROGETTISTA:			PROGETTOLOTTOCODIFICADOCUMENTOREV.PAGINA IF1M0.0.E.ZZCLFV.02.B0.003A70 di 75						
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Passerella - Relazione di calcolo									

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

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

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;

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

I coefficienti b_y , b_c , b_q sono i fattori di inclinazione della base della fondazione;

APPALTATORE:		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			
Mandatario:	Mandante:				
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.			
PROGETTISTA:					
Mandatario:	Mandante:				
SYSTRA S.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003
				REV.	PAGINA
				A	71 di 75

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

dove:

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

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

Coeff. Parz. Press. Ultima (Approccio 2 [§6.4.2.1])		2.30
Tipologia Fondazione ☐ Impronta quadrata (B=L) ☐ Impronta circolare (B=diametro) ☒ Impronta rettangolare (B<L) ☐ Impronta nastriforme (TRAVI ROVESCE)		
Dati Geometrici Fondazione (in assenza di falda porre Dw=0) Lato (diametro) impronta B: 546 cm Profondità impronta L [>B]: 800 cm Affondamento piano di posa D: 100 cm Affondamento livello Falda Dw [Se >0]: 500 cm		
Parametri Geotecnici Peso di Volume del Terreno: 1600 daN/m³ Peso Sp. Terreno saturo [se Dw>0]: 1600 daN/m³ Angolo di Attrito eff. Ø' ° (gradi sessadecimali): 30 Coesione C' efficace: 0 daN/cm²		
Coefficienti Sismici (vedi C. 7. 11. 5. 3. 1 NTC) Khi = H/V = Sd(T)/g: 0 Khk: 0		
In assenza di falda porre Dw=0. Per effettuare il calcolo in condizioni non drenate porre Ø' = 0 ed inserire per la coesione il valore Cu (resist. a taglio non drenata); va inoltre assegnato il peso sp. saturo del terreno.		
Risultati (Pressioni in daN/cm²) TERZAGHI MEYERHOFF HANSEN Press. Ult. 8.322 Press. Lim. 3.618 EUROCODE 7 Press. Ult. 9.784 Press. Lim. 4.254		
Calcola Stampa Esci ?		

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

Di seguito si mostra la verifica effettuata.

APPALTATORE:		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				
Mandatario:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A
				PAGINA		72 di 75

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Coefficiente di Sicurezza: 2.30
 Forma impronta fondazione: RETTANGOLARE
 Lato B fondazione: 546 cm
 Lato L fondazione: 800 cm
 Affondamento piano di posa Df: 100 cm
 Affondamento della falda Dw: 500 cm
 Angolo $\emptyset$ attrito terreno: 30.0 (°)
 Coesione terreno: 0.000 daN/cm²
 Peso di volume g terreno: 1600 daN/m³
 Peso specif. gs terreno saturo: 1600 daN/m³
 Peso specif. g' efficace terr.: 619 daN/m³
 Peso specif. w dell'acqua : 981 daN/m³

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Pressione Limite (Q_u /Coef.Sic.): 4.63 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 0.00
 Sc (Coeff. forma) = 1.41
 Dc (Coeff. prof.) = 1.06
 Nq (Coeff. portata) = 18.40
 Sq (Coeff. forma) = 1.20
 Dq (Coeff. prof.) = 1.03
 Ng (Coeff. portata) = 15.67
 Sg (Coeff. forma) = 1.20
 Dg (Coeff. prof.) = 1.03

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

Pressione Limite (Q_u /Coef.Sic.): 3.62 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 0.00
 Sc (Coeff. forma) = 0.00
 Dc (Coeff. prof.) = 1.07
 Nq (Coeff. portata) = 18.40
 Sq (Coeff. forma) = 1.39
 Dq (Coeff. prof.) = 1.05
 Ng (Coeff. portata) = 15.07
 Sg (Coeff. forma) = 0.73
 Dg (Coeff. prof.) = 1.00

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

Pressione Limite (Q_u /Coef.Sic.): 4.25 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 0.00
 Sc (Coeff. forma) = 0.00
 Nq (Coeff. portata) = 18.40
 Sq (Coeff. forma) = 1.34
 Ng (Coeff. portata) = 20.09
 Sg (Coeff. forma) = 0.80

Per la fondazione in esame risulta una pressione limite di:

$$Q_u / \gamma_R = 0.362 \text{ MPa}$$

La pressione massima sul terreno, pari a 0.12MPa, è inferiore al valore limite, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE:	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
<u>Mandataria:</u>	TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE					
<u>Mandante:</u>	OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI					
ASTALDI S.p.A.	CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA:						
<u>Mandataria:</u>						
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
<u>Mandante:</u>						
PROGETTO ESECUTIVO	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Passerella - Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A	73 di 75

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, qualora prevista, 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/m³]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Soletta fondazione	1.00	LATO A	20	5	12.33	LATO A	20	5	12.33	12	50x50	4	3.552	52.87	53	70
		LATO B	20	5	12.33	LATO B	20	5	12.33							
Soletta copertura	0.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	16	5	7.89	12	50x50	4	3.552	35.11	117	150
		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	105
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	16	5	7.89							

APPALTATORE:		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				
Mandatario:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A
						PAGINA
						74 di 75

12 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Pianta.....	6
Figura 2: Sezione trasversale delle spalle	7
Figura 3: Sezione longitudinale della passerella.....	7
Figura 4: Vista 3D della passerella.....	8
Figura 5: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	24
Figura 6: Spettri di risposta elastici_SLD (Componente orizzontale e verticale)	26
Figura 7: Spettri di risposta elastici_SLC (Componente orizzontale e verticale)	28
Figura 8: Spettri di risposta elastici_SLO (Componente orizzontale e verticale)	30
Figura 9: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 200835	
Figura 10: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008..	35
Figura 11: Coefficienti di combinazione	37
Figura 12: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale	43
Figura 13: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale	44
Figura 14: Modello FEM 3D – Geometria degli elementi.....	44
Figura 15: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti strutturali – Carico lineare (kN/m)	45
Figura 16: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti non strutturali – Carico lineare (kN/m).....	45
Figura 17: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti non strutturali – Carico superficiale copertura (kN/m ²)	46
Figura 18: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti – Carico superficiale rampe (kN/m ²).....	47
Figura 19: Modello FEM 3D – Applicazione del carico accidentale connesso alla presenza della folla Carico lineare (kN/m)	47
Figura 20: Modello FEM 3D – Applicazione del carico accidentale connesso alla presenza della folla – Carico superficiale copertura (kN/m ²).....	48
Figura 21: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)	50
Figura 22: Y1 – SLE – Myy (kNm/m).....	50
Figura 23: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)	51
Figura 24: X1 – SLE – Mxx (kNm/m).....	52
Figura 25: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$	53
Figura 26: SLU– Vyy(kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$	54
Figura 27: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)	55
Figura 28: Y1 – SLE – Myy (kNm/m).....	56
Figura 29: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)	57
Figura 30: X1 – SLE – Mxx (kNm/m).....	57
Figura 31: SLU– Vxx (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$	59
Figura 32: SLU– Vyy (kN/mw) - $\phi 12/50 \times 50$	59

APPALTATORE:		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				
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Passerella - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.003	A
						PAGINA
						75 di 75

Figura 33: Y1 – SLU – M _{yy} (kNm/m)	60
Figura 34: Y1 – SLE – M _{yy} (kNm/m).....	61
Figura 35: X1 – SLU – M _{xx} (kNm/m)	62
Figura 36: X1 – SLE – M _{xx} (kNm/m).....	63
Figura 37: SLU– V _{xx} (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$	64
Figura 38: SLU– V _{yy} (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$	65