

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

Scala Antincendio - 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	4	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.0.004.A.doc

n. Elab.:

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	2 di 88

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).....	16
6.4	AZIONI SISMICHE Q ₇	18
6.4.1	Spettri di risposta elastici.....	26
7	COMBINAZIONI DI CARICO E VALUTAZIONE DELLE MASSE	34
8	CRITERI DI VERIFICA	40
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	40
8.1.1	Verifica a fessurazione.....	40

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> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	3 di 88

8.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio	41
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	42
8.2.1	Sollecitazioni flettenti.....	42
8.2.2	Sollecitazioni taglianti.....	42
9	CRITERI DI MODELLAZIONE	45
9.1	MODELLAZIONE FEM	45
9.1.1	Geometria.....	46
9.1.2	Carichi applicati.....	47
10	ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE	52
10.1	MODI PROPRI DI VIBRAZIONE E DEFORMAZIONI SISMICHE	52
10.2	DEFORMAZIONI STATICHE	56
10.3	SOLLECITAZIONI	60
10.4	VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO	63
10.4.1	Colonne tipo HEM240.....	64
10.4.2	Trave UPN240	65
10.4.3	Trave HEB240	66
10.5	VERIFICHE SOLAI DI PIANO	67
10.5.1	Piano copertura	67
10.6	VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE	72
10.6.1	Soletta fondazione s=0.8m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y	72
10.6.2	Soletta fondazione s=0.8m - Verifiche a flessione – Armatura Dir.X.....	73
10.6.3	Soletta fondazione s=0.8m - Verifiche a taglio	75
10.7	VERIFICHE GEOTECNICHE	78

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	4 di 88	

10.7.1	Verifica di capacità portante.....	78
10.7.2	Valutazione dei cedimenti.....	82
11	INCIDENZE.....	86
12	INDICE DELLE FIGURE	87

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 5 di 88

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche delle strutture in acciaio delle scale di sicurezza a servizio della nuova fermata posta in corrispondenza 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: <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.					
SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 6 di 88

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Le opere strutturali consistono nella realizzazione di un corpo scale in acciaio, che si sviluppa dalla quota marciapiede alla quota copertura, registrando un dislivello di 13.80m. L'ingombro planimetrico del corpo scale consiste in un'area rettangolare di 10.14mx5.4m.

La struttura portante è caratterizzata da colonne tipo HEM240 a sostegno delle travi delle sei rampe tipo UPN240. Gli impalcati di sbarco delle rampe realizzano sei pianerottoli di riposo intermedi. Le travi di collegamento in corrispondenza degli impalcati intermedi e di quello di copertura sono del tipo HEB240.

Il sistema di fondazione consiste in plinti in c.a., in corrispondenza dei pilastri, impostati su una platea in calcestruzzo di spessore 0.80m.

Si riportano di seguito alcune immagini significative per la comprensione della geometria della struttura.

Per maggiori informazioni sulle caratteristiche geometriche, si faccia riferimento agli elaborati grafici di dettaglio relativi alla scala di progetto.

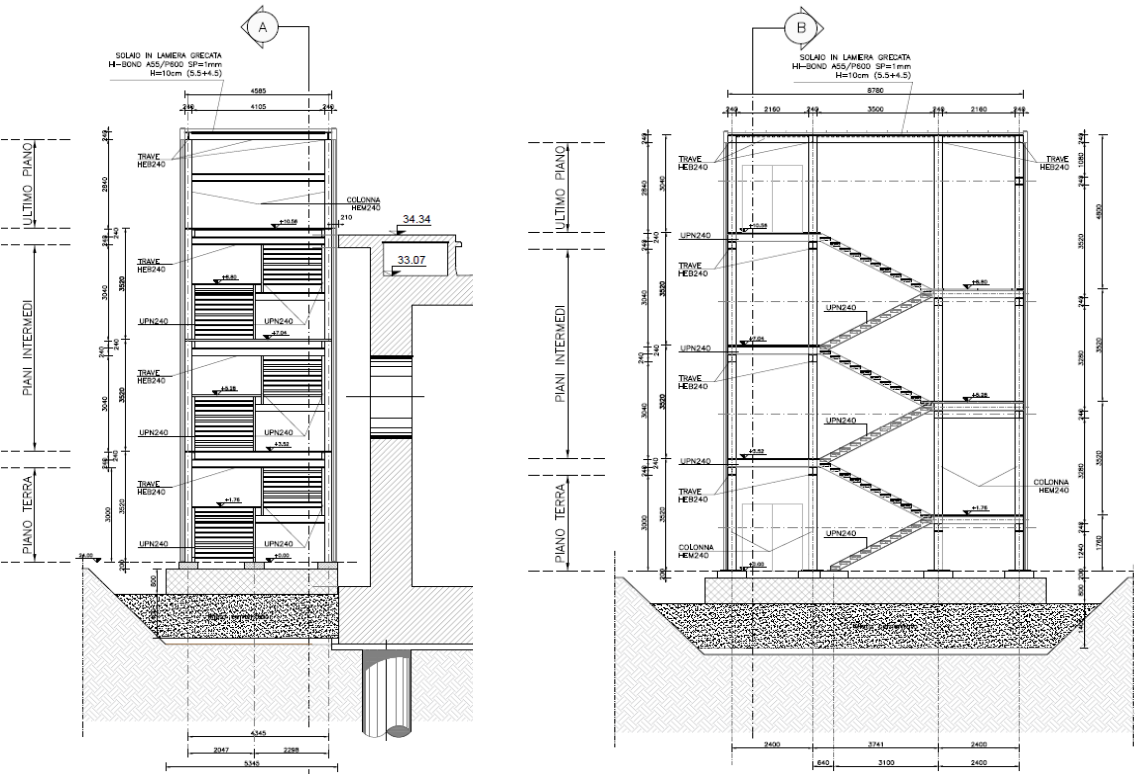


Figura 1: Sezione trasversale (a sinistra) e longitudinale (a destra)

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	7 di 88	

PIANTA PIANO TERRA

SCALA 1:100

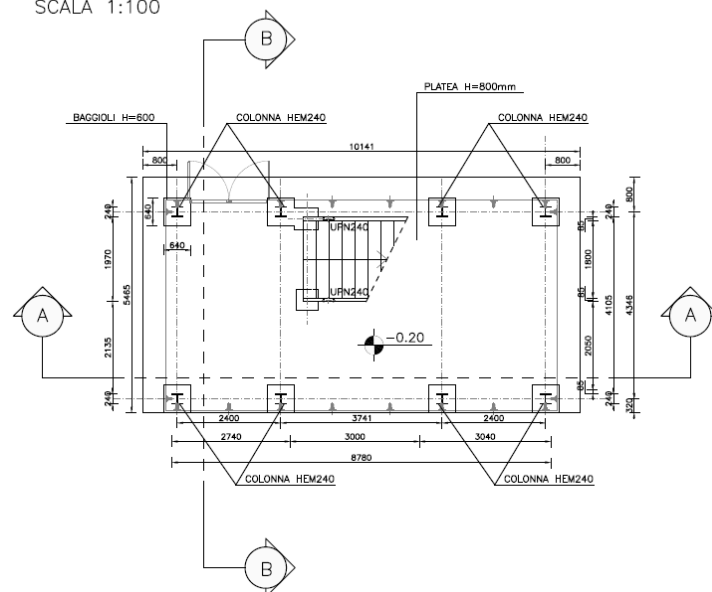


Figura 2: Pianta Piano Terra

PIANTA PIANO INTERMEDIO

SCALA 1:100

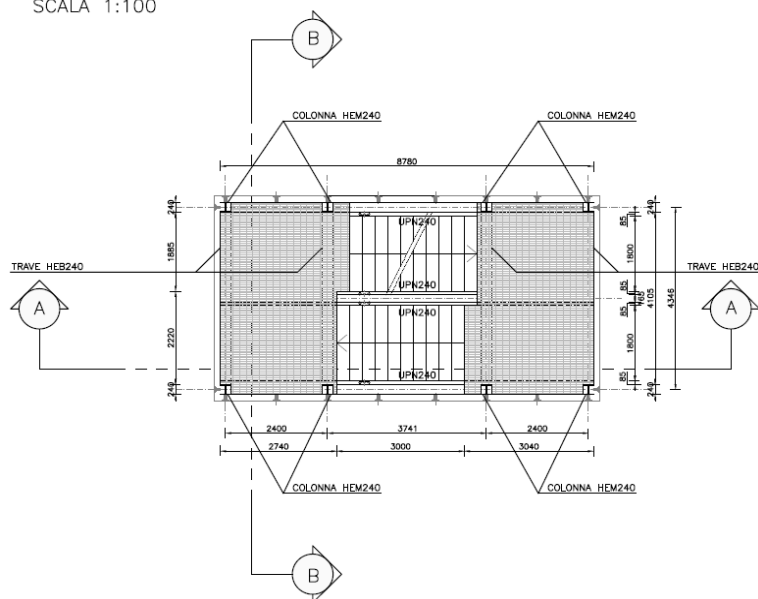


Figura 3: Pianta Piani intermedi

APPALTATORE: Mandatario: Mandante: SALINI IMPREGILO S.p.A. 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: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	8 di 88

PIANTA ULTIMO PIANO
 SCALA 1:100

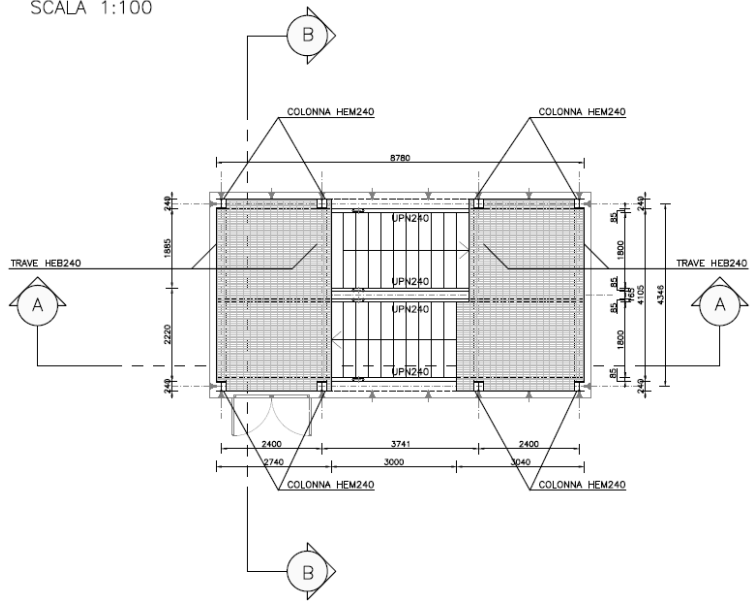


Figura 4: Pianta ultimo piano

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 9 di 88

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI EN 1993-1-1 – 2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-1-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Dicembre 2016: Manuale di progettazione delle opere civili.

APPALTATORE: <u>Mandataria:</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>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				ROCKSOIL S.p.A.										
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO				LOTTO		CODIFICA		DOCUMENTO		REV.		PAGINA		
			IF1M				0.0.E.ZZ		CL		FV.02.B0.004		A		10 di 88		

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 solette 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: 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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	11 di 88	

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	12 di 88

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 13 di 88

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo						
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	14 di 88	

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 l'acciaio si adotta un peso specifico pari a 78.5 kN/m^3 . Per il calcestruzzo un peso specifico pari a 25 kN/m^3 .

Per quanto riguarda i solai in lamiera grecata collaborante della copertura, sono stati considerati i seguenti carichi permanenti:

PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI G1

SOLAIO DI COPERTURA	kN/m^2
Lamiera HI-BOND A55/P600 - $s=1\text{mm}$	0.13
Soletta $H=10\text{cm}$ ($5.5+4.5$) – cls strutturale leggero $\gamma=16 \text{ kN/m}^3$	1.19
Solaio in lamiera grecata collaborante - TOTALE	1.32

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 sulle rampe e sui pianerottoli intermedi:

LP1 – permanenti portati rampe/pianerottoli intermedi

	peso specifico kN/m^3	spessore m	carico unitario kN/m^2
Pavimentazione in gres	-	-	0.4
Allettamento	-	-	0.54
Materassino in neoprene	-	-	0.06
Finiture tipo 1 - TOTALE (kN/m^2)			1.00

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo							
		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	15 di 88

LP2 – permanenti rampe/pianerottoli intermedi	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m ²
Angolari gradini e grigliato	-	-	0.6

TOTALE (kN/m2)	0.60
----------------	------

LP3 – permanenti portati rampe/pianerottoli intermedi	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m
Parapetto	-	-	0.22
Lamiera forata di rivestimento parapetto	-	-	0.21

Finiture tipo 2 - TOTALE (kN/m)	0.43
---------------------------------	------

Per quanto riguarda l'impalcato di copertura, sono stati considerati i seguenti carichi permanenti.

LP1 – permanenti portati copertura	peso specifico	spessore	carico unitario
	kN/m ³	m	kN/m ²
Pannelli in lana di vetro confinati da lamiere in acciaio	-	-	0.15
Impermeabilizzazione	-	-	0.2

Finiture tipo 1 - TOTALE (kN/m ²)	0.35
---	------

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>	<u>Mandante:</u>						
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:							
<u>Mandatario:</u>	<u>Mandante:</u>						
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	16 di 88

6.3 SOVRACCARICHI VARIABILI Q (3.1.4 NTC-2008)

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

Carico neve (3.4 NTC-2008):

In accordo alla posizione ed all'altezza sul livello del mare valutata nel sito di realizzazione dell'edificio si riporta il calcolo dell'azione da neve con i relativi coefficienti:

	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

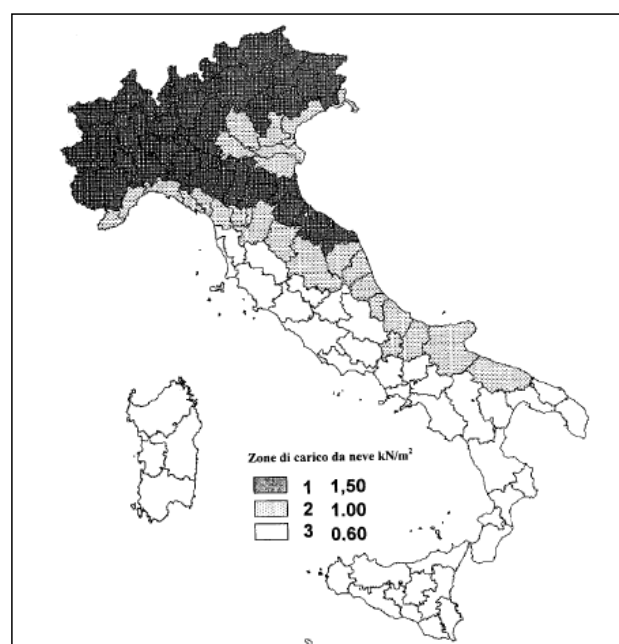
q_s (carico neve sulla copertura [N/mq]) = $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$ μ_i (coefficiente di forma) q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq]) C_E (coefficiente di esposizione) C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	43
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	0.60

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato **$C_t = 1$** .



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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	17 di 88	

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C _E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

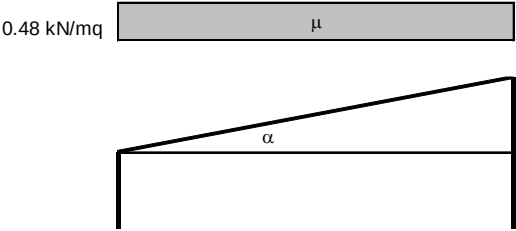
Valore del carico della neve al suolo

q _s (carico della neve al suolo [kN/mq])	0.60
---	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
----------------------------	---

μ	0.8
---	-----



Si assume in favore di sicurezza per l'azione della neve, un carico distribuito di entità pari a:

LL1 – Carico neve (3.4 NTC-2008)

Neve	0.50 kN/m ²
------	------------------------

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

Si considera, per le rampe e i pianerottoli, un carico di entità pari a:

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

Ambienti suscettibili di affollamento	5.0 kN/m ²
---------------------------------------	-----------------------

Per la copertura si considera un carico di entità pari a:

LL3 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione categoria H1 (tab. 3.1.II NTC-2008)

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo						PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
						IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	18 di 88				

Copertura non accessibile	0.50 kN/m ²
---------------------------	------------------------

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 stratigrafica;

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;

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.						
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA					
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.004 A 19 di 88					

a_g : accelerazione massima al suolo;

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:

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

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

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

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 $\xi=5$):

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 20 di 88

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

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.

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A
					PAGINA 21 di 88	

Classi D'uso

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

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

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 22 di 88

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

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.

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo						
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	23 di 88	

Latitudine: 40.934039°

Longitudine: 14.355459°

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	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_0 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

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	24 di 88	

penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media c_u (per terreni prevalentemente coesivi).

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

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

Amplificazione stratigrafica

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

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	25 di 88

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

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: 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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	26 di 88	

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

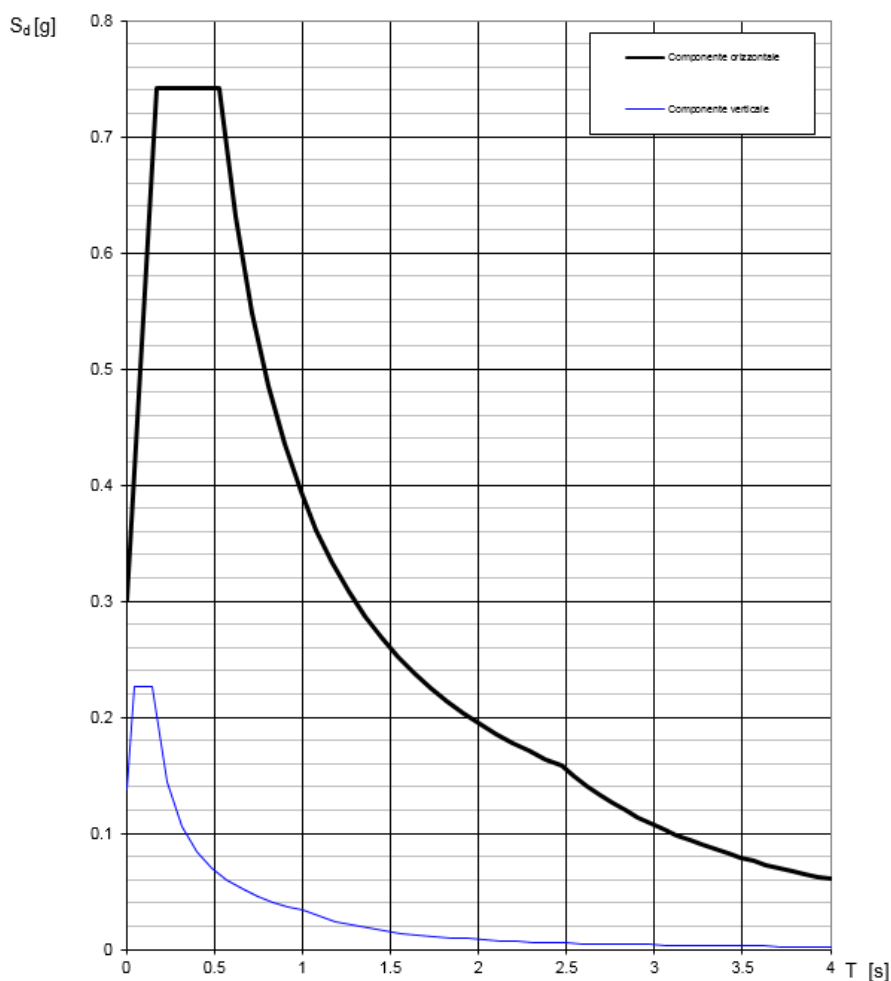


Figura 5: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE:		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 IMPREGIO 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.
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A
						PAGINA
						27 di 88

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a _g	0.218 g
F _o	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)

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

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

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

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

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

APPALTATORE:			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				
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			LOTTO				
			CODIFICA				
			DOCUMENTO				
			REV.				
			PAGINA				
			IF1M				
			0.0.E.ZZ				
			CL				
			FV.02.B0.004				
			A				
			28 di 88				

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

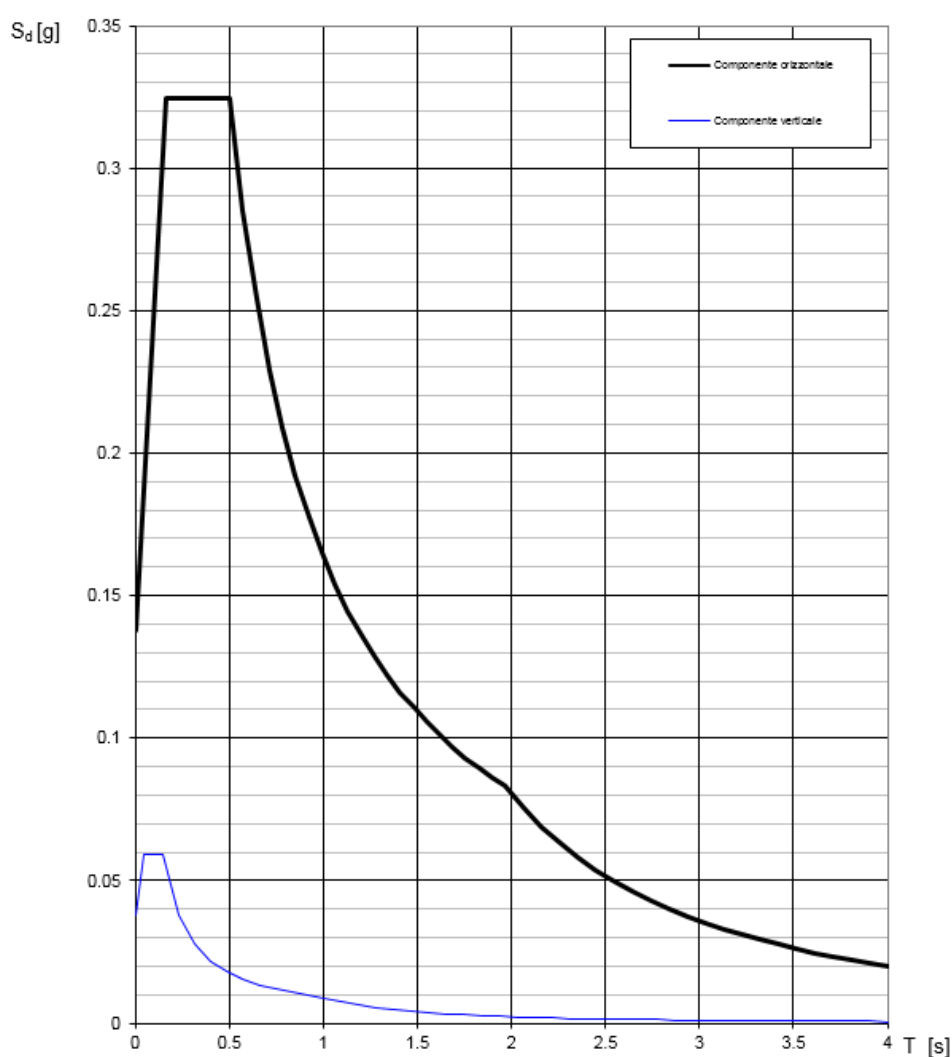


Figura 6: Spettri di risposta elastici_SLD (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: 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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	29 di 88

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:			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								
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	30 di 88

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

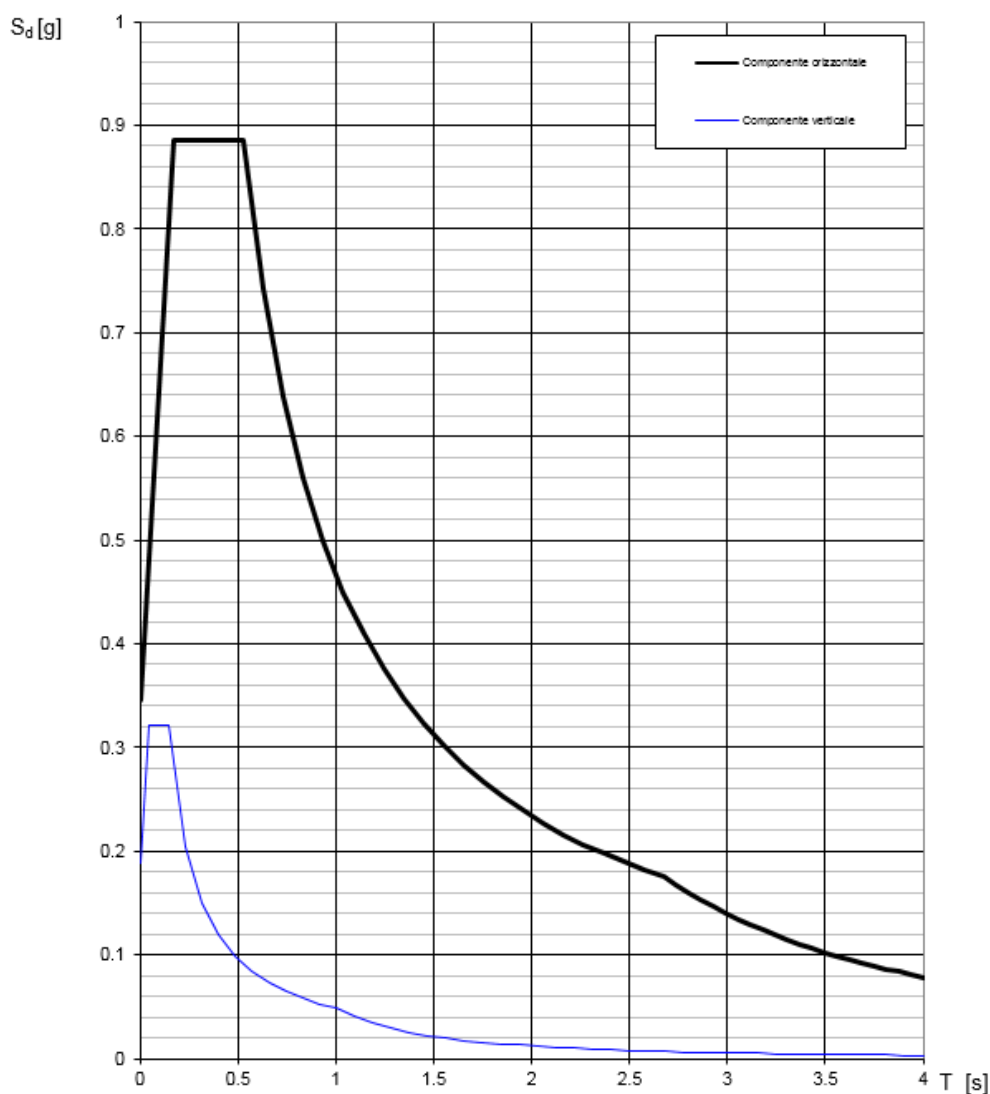


Figura 7: Spettri di risposta elastici_SLC (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: <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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 31 di 88

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

$$S = S_S \cdot S_T$$

(NTC-08 Eq. 3.2.5)

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

(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)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ 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	0.346
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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 32 di 88	

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

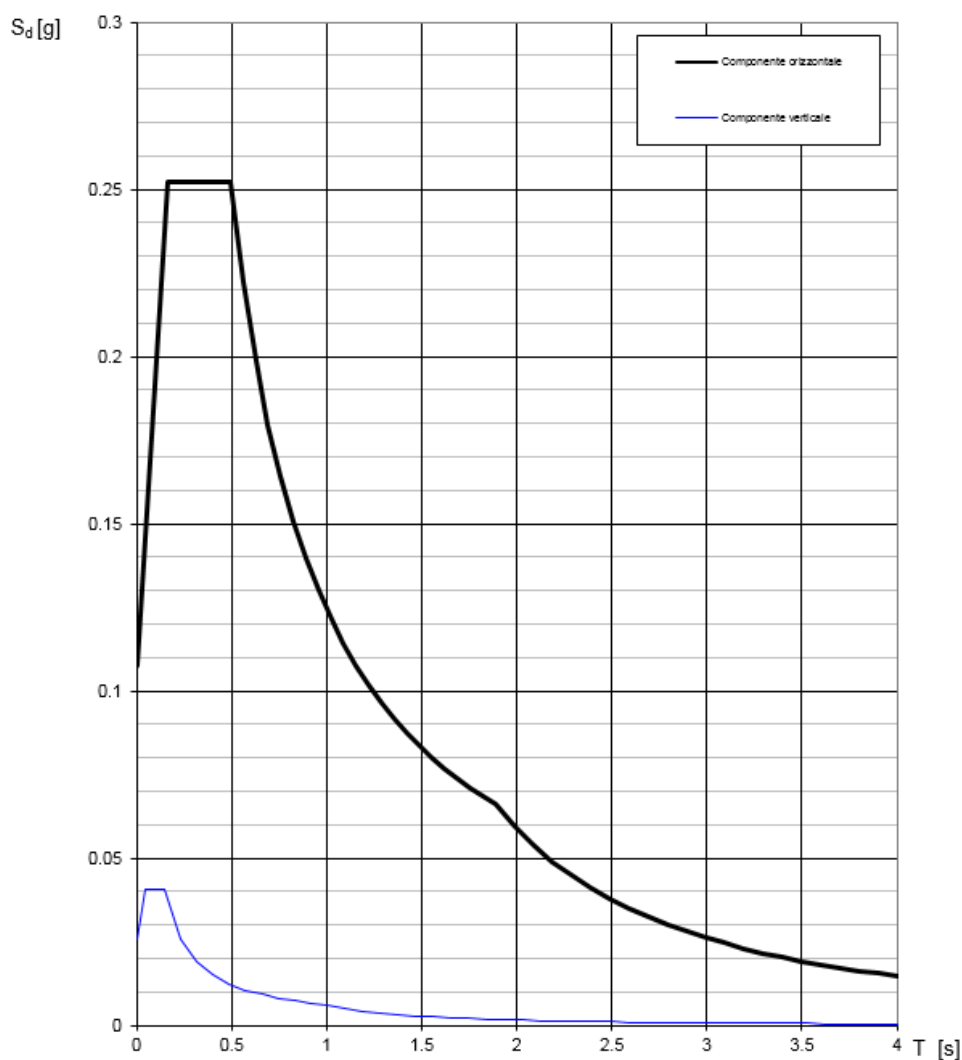


Figura 8: Spettri di risposta elastici_SLO (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: Mandatario: 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: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 33 di 88

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

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_B = T_C / 3$$

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

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo												PROGETTO IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ		CODIFICA CL		DOCUMENTO FV.02.B0.004		REV. A		PAGINA 34 di 88	

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: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO 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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 35 di 88

- 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.	<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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	36 di 88

		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 ⁽³⁾
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>Mandataria:</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>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				ROCKSOIL S.p.A.										
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M				LOTTO 0.0.E.ZZ		CODIFICA CL		DOCUMENTO FV.02.B0.004		REV. A		PAGINA 37 di 88		

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	Variabile Copertura	Variabile Folla	Vento	Neve	SLV-X	SLV-Y	SLD-X	SLD-Y	SLC-X	SLO-X	SLO-Y
1	SLU	SLU 1	1.35	1.5	0	1.05	0.9	1.5	-	-	-	-	-	-	-
2		SLU 2	1.35	1.5	0	1.05	1.5	0	-	-	-	-	-	-	-
3		SLU 3	1.35	1.5	0	1.05	0.9	0	-	-	-	-	-	-	-
4		SLU 4	1.35	1.5	0	1.5	0.9	0	-	-	-	-	-	-	-
5	SLE RARA	SLE RA 1	1	1	0	0.7	0.6	1	-	-	-	-	-	-	-
6		SLE RA 2	1	1	0	0.7	1	0	-	-	-	-	-	-	-
7		SLE RA 3	1	1	0	0.7	0.6	0	-	-	-	-	-	-	-
8		SLE RA 4	1	1	0	1	0.6	0	-	-	-	-	-	-	-
9	SLE FREQUENTE	SLE FR 1	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	-	-
10		SLE FR 2	1	1	0	0.6	0.5	0	-	-	-	-	-	-	-
11		SLE FR 3	1	1	0	0.7	0	0	-	-	-	-	-	-	-
12	SLE QUASI PERMANENTE	SLE QP 1	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	-	-

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	38 di 88	

13	SL SALVAGUARDIA VITA	SLV1	1	1	0	0.6	0	0	1	0.3	-	-	-	-	-
14		SLV2	1	1	0	0.6	0	0	1	-0.3	-	-	-	-	-
15		SLV3	1	1	0	0.6	0	0	-1	0.3	-	-	-	-	-
16		SLV4	1	1	0	0.6	0	0	-1	-0.3	-	-	-	-	-
17		SLV5	1	1	0	0.6	0	0	0.3	1	-	-	-	-	-
18		SLV6	1	1	0	0.6	0	0	0.3	-1	-	-	-	-	-
19		SLV7	1	1	0	0.6	0	0	-0.3	1	-	-	-	-	-
20		SLV8	1	1	0	0.6	0	0	-0.3	-1	-	-	-	-	-
21	SL DANNO	SLD1	1	1	0	0.6	0	0	-	-	1	0.3	-	-	-
22		SLD2	1	1	0	0.6	0	0	-	-	1	-0.3	-	-	-
23		SLD3	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-1	0.3	-	-	-
24		SLD4	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-1	-0.3	-	-	-
25		SLD5	1	1	0	0.6	0	0	-	-	0.3	1	-	-	-
26		SLD6	1	1	0	0.6	0	0	-	-	0.3	-1	-	-	-
27		SLD7	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-0.3	1	-	-	-
28		SLD8	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-0.3	-1	-	-	-

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 39 di 88				

29	SL COLLASSO	SLC1	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	1	-	-
30		SLC2	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-1	-	-
31	SL OPERATIVITA	SLO1	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	1	0.3
32		SLO2	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	1	-0.3
33		SLO3	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	-1	0.3
34		SLO4	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	-1	-0.3
35		SLO5	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	0.3	1
36		SLO6	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	0.3	-1
37		SLO7	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	-0.3	1
38		SLO8	1	1	0	0.6	0	0	-	-	-	-	-	-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					
<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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	40 di 88

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	41 di 88

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: 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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	42 di 88

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: Mandante: SALINI IMPREGILO S.p.A. 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: Mandante: SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	43 di 88

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	44 di 88	

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	45 di 88

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 del corpo scale in acciaio in esame: le travi e le colonne della struttura portante, sono state modellate come elementi frame, monodimensionali, a ciascuno dei quali si è assegnata la sezione in acciaio corrispondente. La platea di fondazione è stata simulata mediante elementi plate, di tipo quadrangolare con dimensioni dell'ordine di 0.5m, ai quali è stato assegnato lo spessore della soletta ($s=0.8\text{m}$). L'interazione del sistema di fondazione con il terreno è stata simulata mediante l'applicazione 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.

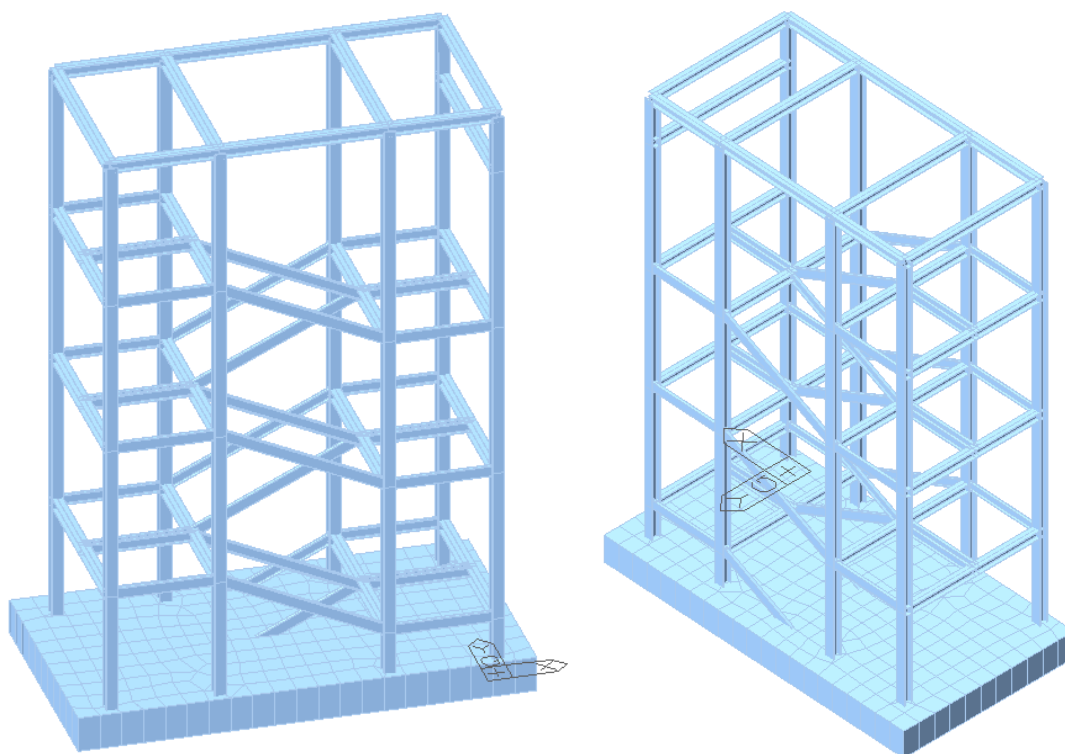


Figura 12: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI 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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 46 di 88

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.

	Colonne tipo HE240
	Travi tipo UPN240
	Travi tipo HEB240
	Platea di fondazione s=0.8m

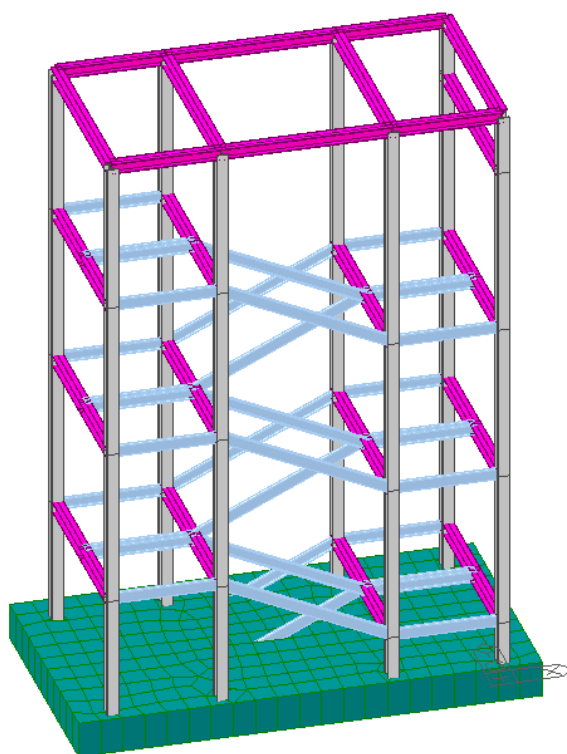


Figura 13: Modello FEM 3D – Geometria degli elementi

APPALTATORE: Mandataria: Mandante: SALINI IMPREGILO S.p.A. 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: Mandante: SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	47 di 88	

9.1.2 Carichi applicati

Le distribuzioni di carico superficiale considerate per i sovraccarichi permanenti e variabili delle scale e dei pianerottoli di riposo intermedi, e per quelli del solaio di copertura, in accordo con quanto esposto precedentemente, sono le seguenti:

Floor Load Type Name & Description

Name : SOLAIO INTERMEDIO

Description : SOLAIO INTERMEDIO

Floor Load & Load Case

	Load Case	Floor Load		
1.	PERMANENTI	-0.6	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
2.	PERMANENTI	-1	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
3.	Accidentali foll	-5	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
4.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
5.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
6.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
7.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
8.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight

Define Load Case...

Floor Load Type Name & Description

Name : SOLAIO COPERTURA

Description : SOLAIO COPERTURA

Floor Load & Load Case

	Load Case	Floor Load		
1.	PERMANENTI	-1.32	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
2.	PERMANENTI	-0.35	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
3.	Carico neve	-0.5	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
4.	Accidentali cop	-0.5	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
5.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
6.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
7.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight
8.	NONE	0	...	kN/m ² ☐ Sub Beam Weight

Define Load Case...

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>								

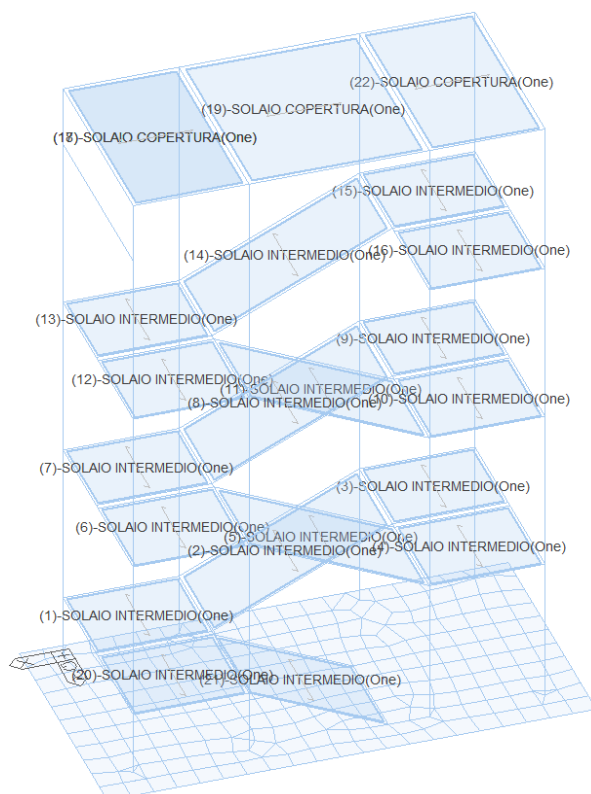


Figura 14: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti e accidentali – Carico superficiale rampe/pianerottoli intermedi (kN/m^2)

I carichi superficiali sopra definiti sono stati ripartiti sulle travi di orditura secondaria in funzione dell'area di influenza rispettiva, come mostrato di seguito.

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
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL
			DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			FV.02.B0.004	A	49 di 88

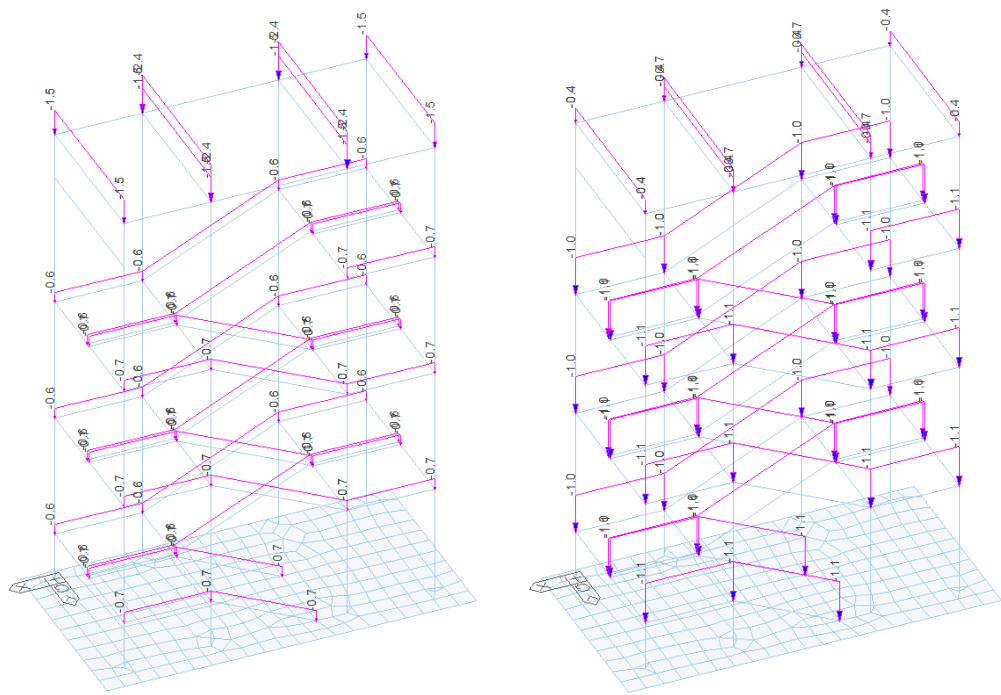


Figura 15: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti strutturali e non strutturali – Carico lineare (kN/m)

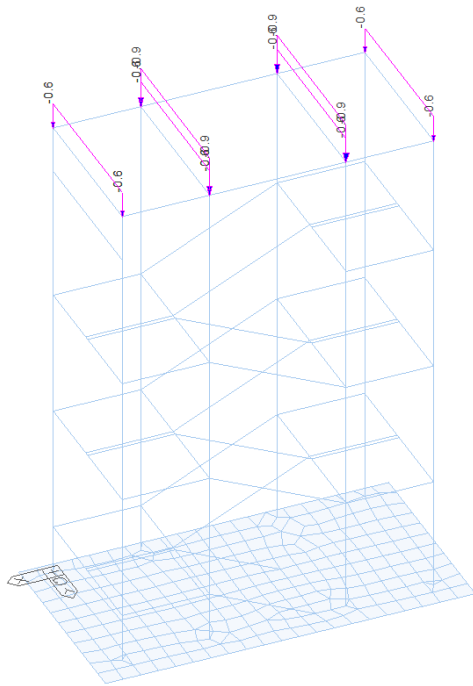


Figura 16: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi accidentali: Azione della neve – Carico lineare (kN/m)

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 IMPREGIO 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								
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	50 di 88

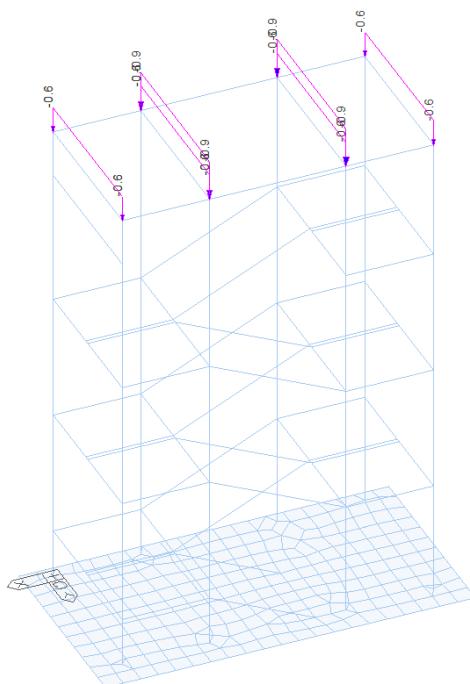


Figura 17: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi accidentali: manutenzione della copertura – Carico lineare (kN/m)

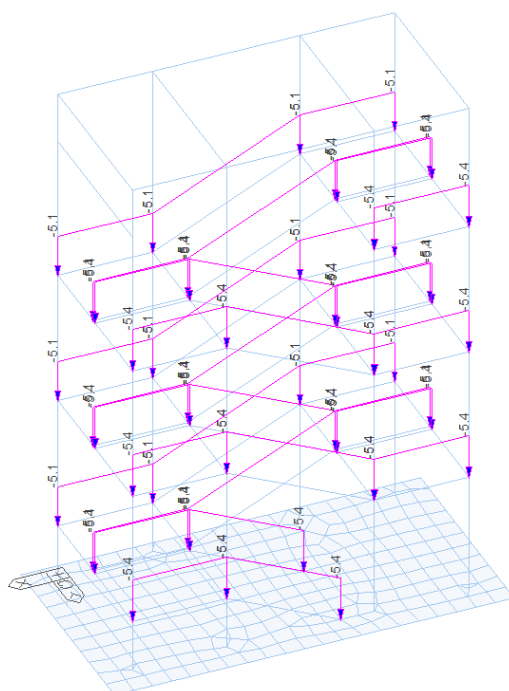


Figura 18: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi accidentali: presenza della folla – Carico lineare (kN/m)

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 51 di 88

Per quanto riguarda i sovraccarichi permanenti connessi alla presenza dei parapetti, questi sono stati applicati come carichi lineari sulle travi interessate, come mostrato di seguito.

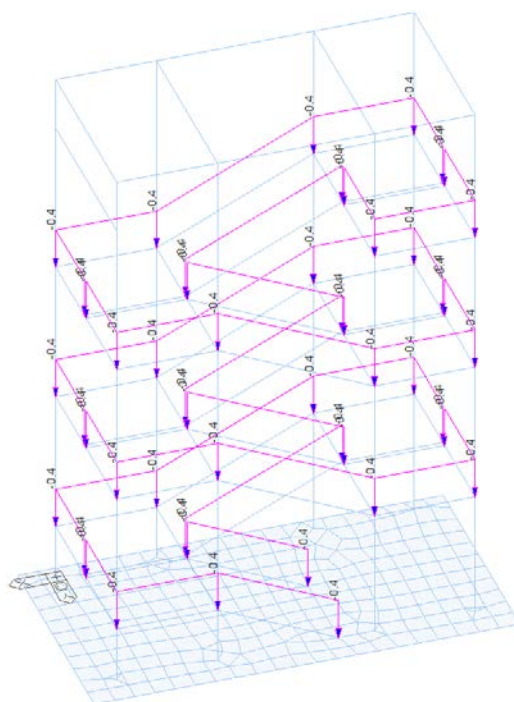


Figura 19: Modello FEM 3D – Applicazione dei carichi permanenti dei parapetti – Carico lineare (kN/m)

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	52 di 88

10 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

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 MODI PROPRI DI VIBRAZIONE E DEFORMAZIONI SISMICHE

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi in termini di risposta modale; in particolare si riportano le grandezze caratterizzanti i modi di vibrazione significativi della struttura e le deformate corrispondenti:

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
EIGENVALUE ANALYSIS							
	Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance		
	1	16.0398	2.5528	0.3917	0.0000e+000		
	2	17.0936	2.7205	0.3676	0.0000e+000		
	3	17.7191	2.8201	0.3546	0.0000e+000		

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	0.0001	0.0001	71.6095	71.6095	0.0000	0.0000	0.2978	0.2978	0.0000	0.0000	0.0169	0.0169
	2	4.0211	4.0212	2.2525	73.8621	0.0000	0.0001	0.0097	0.3075	0.0321	0.0321	0.4638	0.4807

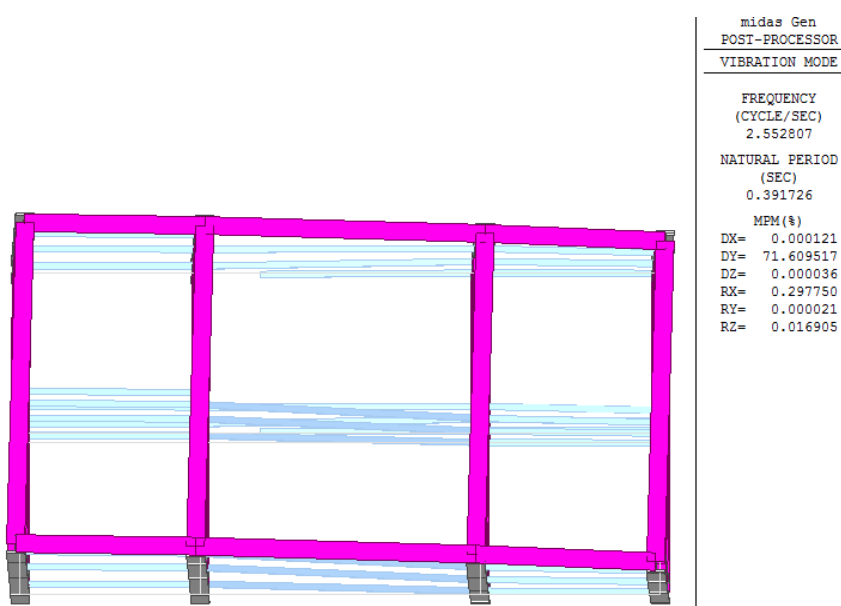
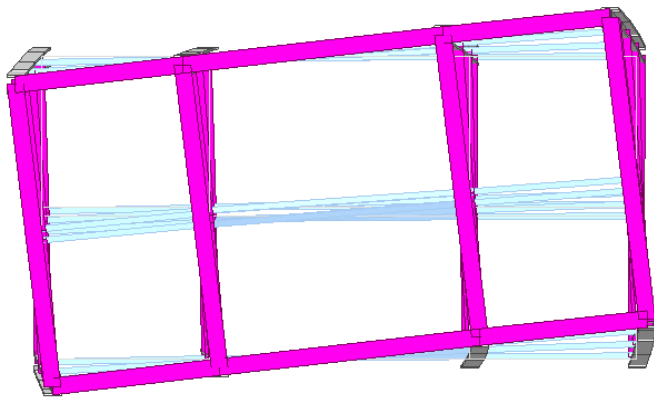


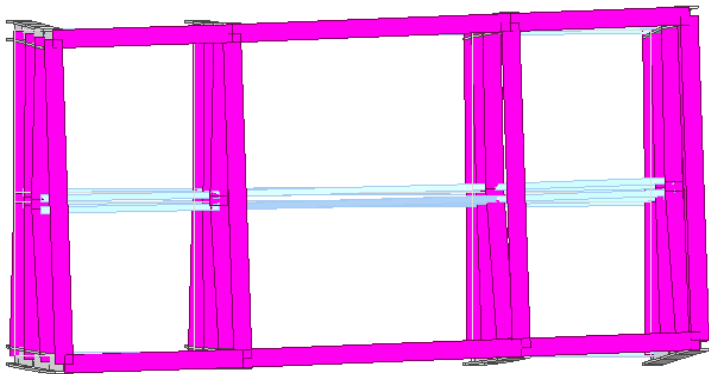
Figura 20: Primo modo di vibrazione della struttura $T_1 = 0.392s$

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.								
SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	53 di 88



midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
2.720538
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.367574
MPM (%)
DX= 4.021088
DY= 2.252535
DZ= 0.000029
RX= 0.009717
RY= 0.032071
RZ= 0.463836

Figura 21: Secondo modo di vibrazione della struttura $T_1=0.368s$



midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY
(CYCLE/SEC)
2.820089
NATURAL PERIOD
(SEC)
0.354599
MPM (%)
DX= 66.403210
DY= 0.136052
DZ= 0.000659
RX= 0.000976
RY= 0.352590
RZ= 0.025302

Figura 22: Secondo modo di vibrazione della struttura $T_1=0.355s$

Come anticipato in precedenza, la costruzione ricade in classe d'uso III, pertanto in accordo con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 - "Norme Tecniche per le

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	54 di 88

Costruzioni", è necessario verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Tale condizione risulta soddisfatta in quanto gli spostamenti di interpiano d_r ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo *SLO* (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) sono inferiori ai **2/3** del limite indicato di seguito (v. § 7.3.7.2-NTC08):

$$d_r < 0,005 h$$

dove:

- d_r è lo spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore ed inferiore;
- h è l'altezza del piano.

Nelle Figure di seguito si mostrano gli spostamenti ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo *SLO*, nelle due direzioni principali.

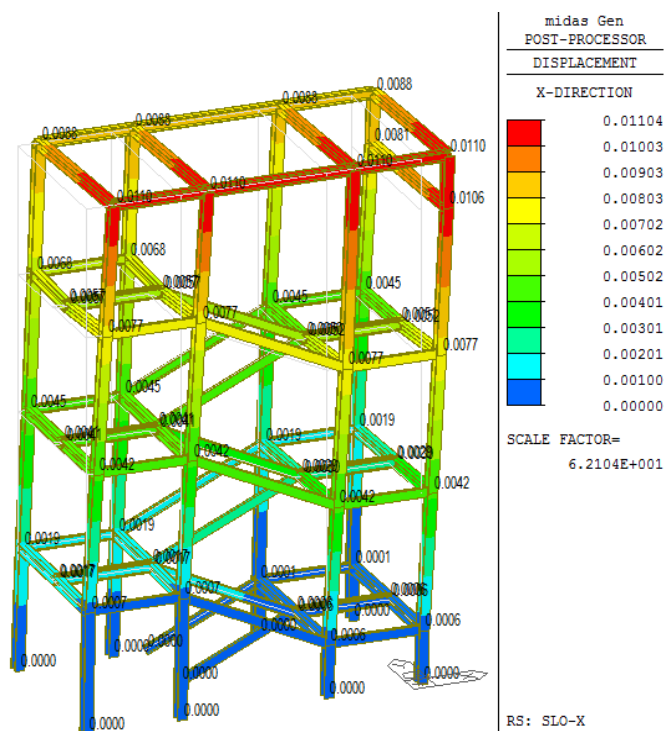


Figura 23: Spostamenti dir.-x della struttura per carichi sismici (combinazione SLO - m)

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: <u>Mandatario:</u> ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	55 di 88

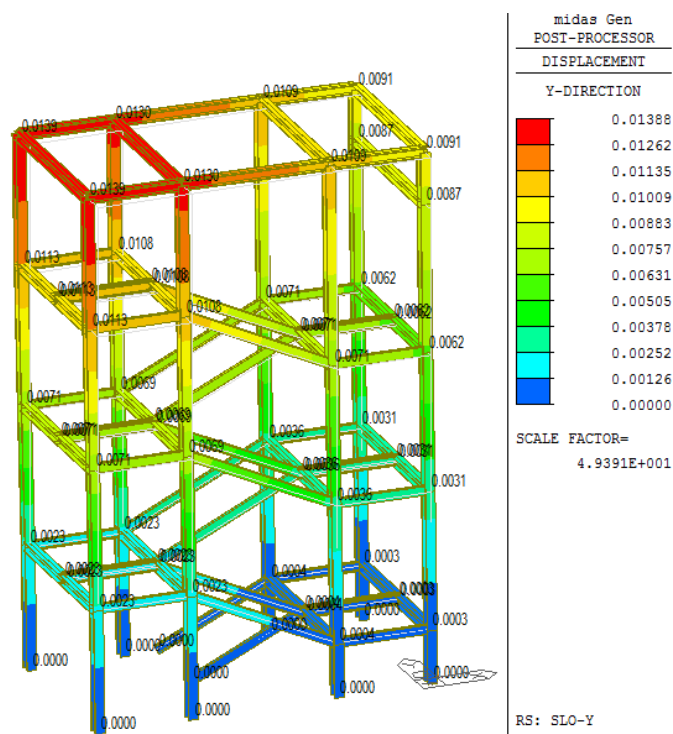


Figura 24: Spostamenti dir.-y della struttura per carichi sismici (combinazione SLO - m)

Si riporta di seguito la Tabella di sintesi delle verifiche di deformabilità relative allo Stato Limite di Operatività, eseguite nelle due direzioni principali.

Verifica deformabilità SLO						
h_{piano}	dr_y	dr_{lim_y}	dr_x	dr_{lim_x}	Verifica dir.Y	Verifica dir.X
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	-	-
3.32	0.003	0.0111	0.0040	0.0111	VERIFICATO	VERIFICATO
3.52	0.004	0.0117	0.0040	0.0117	VERIFICATO	VERIFICATO
3.52	0.005	0.0117	0.0030	0.0117	VERIFICATO	VERIFICATO
3.12	0.002	0.0104	0.0010	0.0104	VERIFICATO	VERIFICATO

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto gli spostamenti registrati risultano inferiori ai limiti di deformabilità imposti dalla normativa.

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	56 di 88	

10.2 DEFORMAZIONI STATICHE

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi in termini di spostamenti degli elementi strutturali per soli carichi statici, estrapolati dal modello nelle combinazioni di carico SLE più critiche. Si segnalano nelle Figure di seguito gli elementi soggetti agli spostamenti massimi verticali e orizzontali, di cui si esibiscono le verifiche nel presente paragrafo.

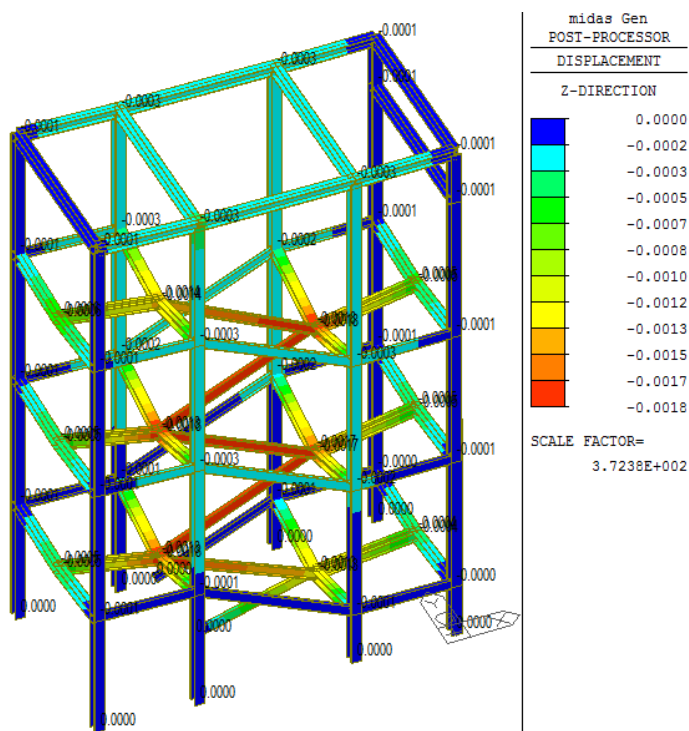


Figura 25: Spostamenti dir.-z della struttura per soli carichi statici (combinazione SLE - m)

APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO			
Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:			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: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO						
Scala Antincendio - Relazione di calcolo						

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	57 di 88

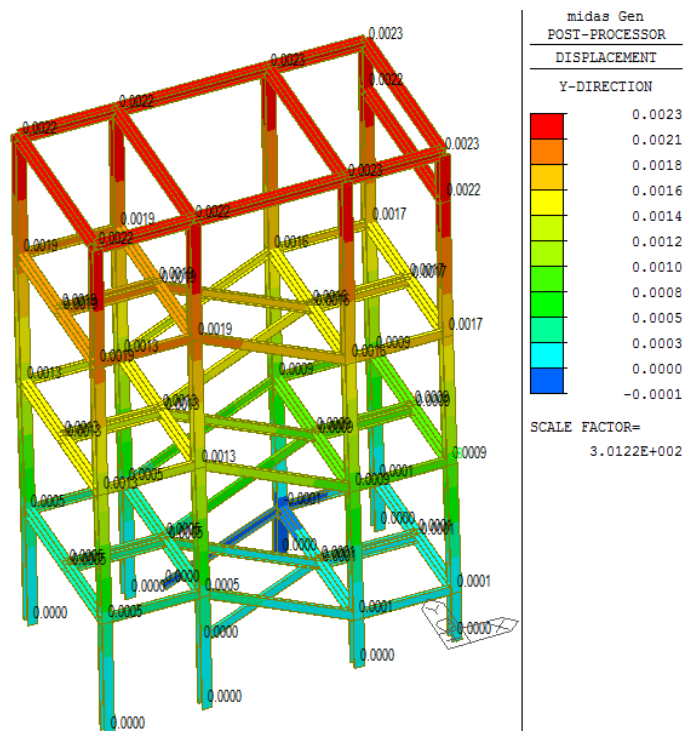


Figura 26: Spostamenti dir.-y della struttura per soli carichi statici (combinazione SLE - m)

Le verifiche di deformabilità della struttura, relativamente agli spostamenti verticali e orizzontali, risultano soddisfatte in quanto i valori di spostamento registrati, sopra esibiti, risultano inferiori ai limiti superiori indicati nel Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 - "Norme Tecniche per le Costruzioni" (v. § 4.2.4.2.2-NTC08):

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	58 di 88

Tabella 4.2.X Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	
<i>In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.</i>		

Tabella 4.2.XI Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$
<i>In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.</i>		

essendo:

- δ_C la monta iniziale della trave,
 δ_1 lo spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti,
 δ_2 lo spostamento elastico dovuto ai carichi variabili,
 δ_{max} lo spostamento nello stato finale, depurato della monta iniziale = $\delta_{tot} - \delta_C$.

- Δ lo spostamento in sommità;
 δ lo spostamento relativo di piano
 L la luce dell'elemento o nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 59 di 88

Si mostrano di seguito le verifiche più gravose in termini di controllo degli spostamenti verticali e orizzontali sotto carichi statici, rappresentative di quelle eseguite sui singoli elementi dell'organismo strutturale. Il posizionamento degli elementi di verifica citati nelle Tabelle di seguito, sono segnalati nelle immagini all'inizio del paragrafo.

Per la valutazione dei limiti degli spostamenti verticali, poiché l'elemento in esame presenta uno schema statico di tipo a mensola, la grandezza L è stata valutata come il doppio dello sbalzo dell'elemento.

ELEMENTO DI VERIFICA	GEOMETRIA	SPOSTAMENTI dir.Z - SLE				LIMITI PER GLI SPOSTAMENTI VERTICALI		CRITERI DI VERIFICA	
		δ_c	δ_1	δ_2	δ_{tot}	δ_{max}/L	δ_2/L	$\delta_{max}<L/200$	$\delta_2<L/250$
[-]	L	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[-]
trave copert.HEB240	3.75	0.0	0.0002	0.0001	0.0003	1/200	1/250	VERIFICATO	VERIFICATO

ELEMENTO DI VERIFICA	GEOMETRIA	SPOSTAMENTI dir.Z - SLE				LIMITI PER GLI SPOSTAMENTI VERTICALI		CRITERI DI VERIFICA	
		δ_c	δ_1	δ_2	δ_{tot}	δ_{max}/L	δ_2/L	$\delta_{max}<L/250$	$\delta_2<L/300$
[-]	L	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[-]
trave UPN240	4.13	0.0	0.0006	0.0012	0.0018	1/250	1/300	VERIFICATO	VERIFICATO

ELEMENTO DI VERIFICA	GEOMETRIA		SPOSTAMENTI dir.Y - SLE		LIMITI PER GLI SPOSTAMENTI ORIZZONTALI		CRITERI DI VERIFICA	
	h	H	δ	Δ	δ/h	Δ/H	$\delta<h/300$	$\Delta<H/500$
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[-]
colonna HEM240	3.5	13.5	0.0003	0.0022	1/300	1/500	VERIFICATO	VERIFICATO

Le verifiche di deformabilità risultano tutte soddisfatte.

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								
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	60 di 88

10.3 SOLLECITAZIONI

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.

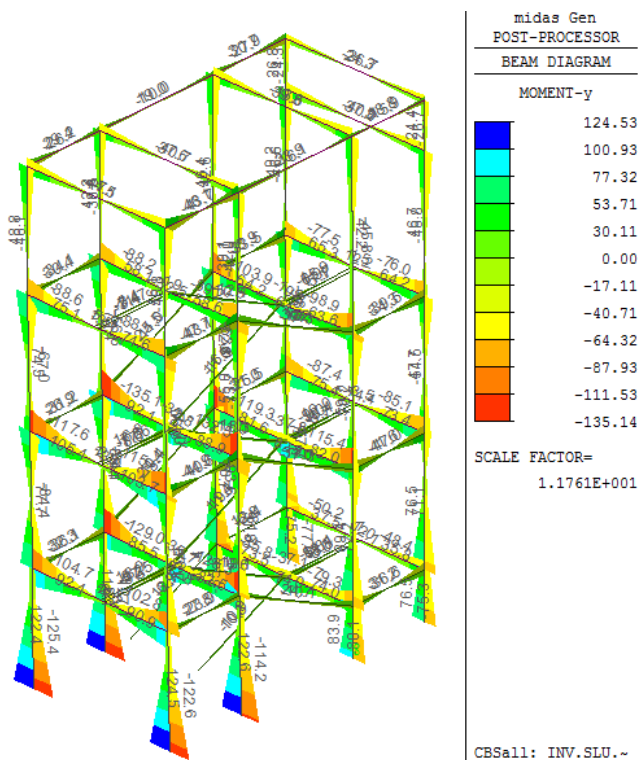


Figura 27: Momento flettente My (involuppo delle combinazioni SLU - kNm)

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.B0.004A61 di 88					
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
PROGETTO ESECUTIVO								
Scala Antincendio - Relazione di calcolo								

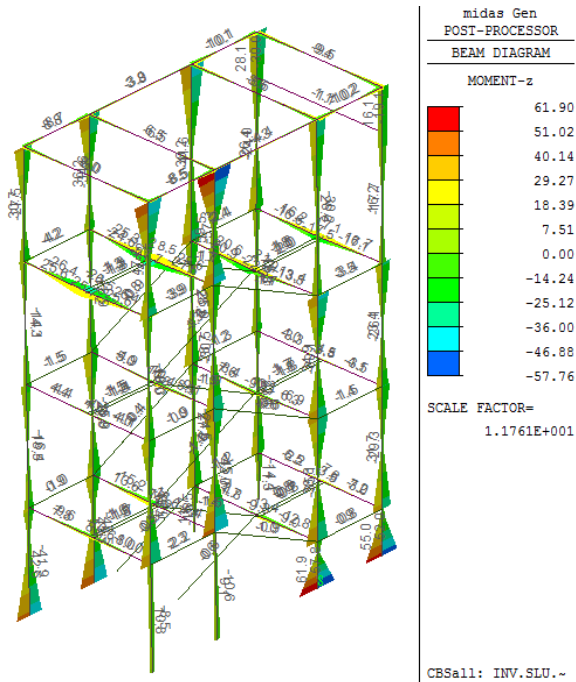


Figura 28: Momento flettente Mz (involuppo delle combinazioni SLU - kNm)

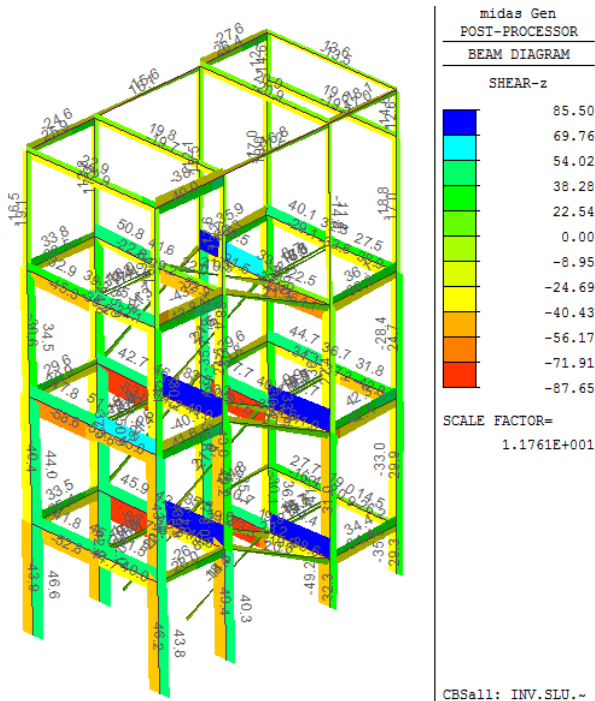


Figura 29: Taglio associato al momento My (involuppo delle combinazioni SLU)

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:			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.004 A 62 di 88					
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
PROGETTO ESECUTIVO			Scala Antincendio - Relazione di calcolo					
Scala Antincendio - Relazione di calcolo								

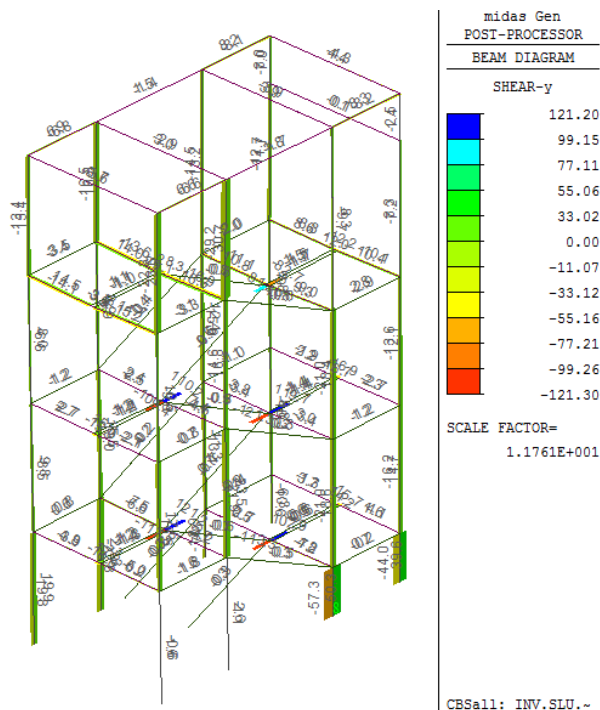


Figura 30: Taglio associato al momento Mz (involuppo delle combinazioni SLU)

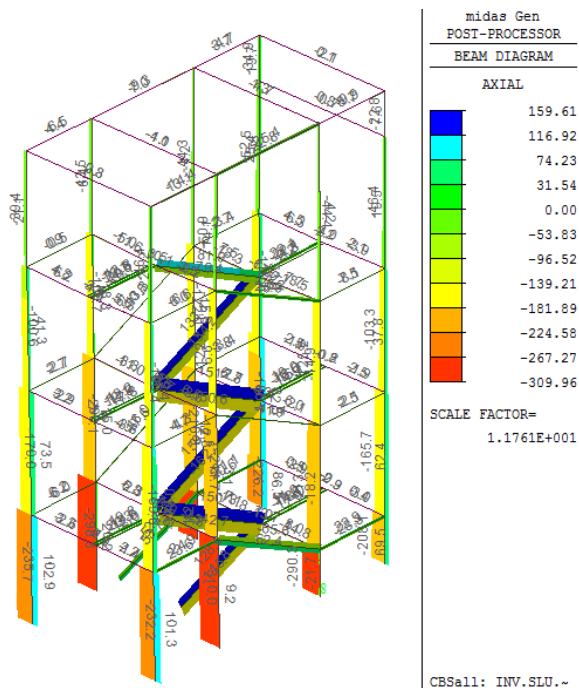


Figura 31: Sforzo normale Fz (involuppo delle combinazioni SLU)

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo									
			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	63 di 88	

10.4 VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

Le verifiche riportate di seguito è di tipo grafico ed è condotta attraverso il programma sulla base della normativa di riferimento. Dall'involuppo delle sollecitazioni di tutte le combinazioni il software esegue la verifica di ogni singolo elemento della struttura. Ad ognuno di essi viene associato un valore dato dal rapporto fra le sollecitazioni agenti (combinare fra loro) più limitanti e quelle resistenti. Se tale valore (coefficiente di verifica) è compreso fra 0 ed 1 il singolo elemento risulta essere verificato. Nella legenda delle immagini di verifica è riportata una mappa cromatica associata all'immagine con il relativo coefficiente di verifica.

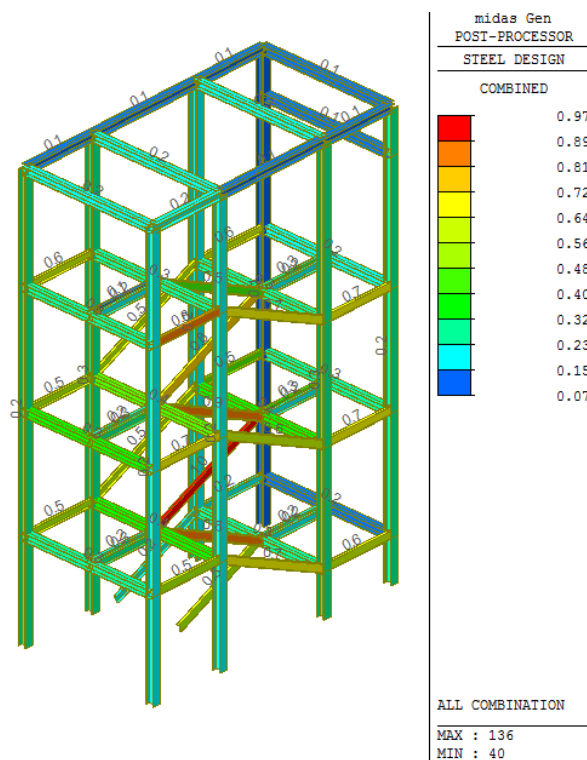


Figura 32: Verifica grafica

Come è evidente nella verifica grafica sopra riportata, in ogni punto la struttura risulta verificata.

Seguono, a titolo di esempio di come il programma esegue le verifiche strutturali per ogni sezione, i dettagli delle verifiche per ciascuna tipologia di elemento in acciaio.

Per tutte le altre verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo.

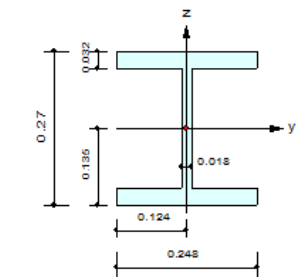
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	64 di 88

10.4.1 Colonne tipo HEM240

Si riportano di seguito le verifiche strutturali eseguite sulla colonna tipo HEM240 più sollecitata, rappresentative di quelle eseguite sulle colonne della struttura del medesimo tipo.

1. Design Information

Design Code	: Eurocode3:05
Unit System	: kN, m
Member No	: 46
Material	: S355 (No:4) (Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name	: HEM240 (No:1) (Rolled: HEM240).
Member Length	: 13.4800



2. Member Forces

Axial Force	Fxx = -265.87 (LCB: 15, POS:J)
Bending Moments	My = -112.71, Mz = 23.9636
End Moments	Myi = 20.5008, Myj = -112.71 (for Lb) Myi = 20.5008, Myj = -112.71 (for Ly) Mzi = -12.790, Mzj = 23.9636 (for Lz)
Shear Forces	Fyy = 23.2995 (LCB: 14, POS:J) Fzz = 51.9568 (LCB: 17, POS:J)

Depth	0.27000	Web Thick	0.01800
Top F Width	0.24800	Top F Thick	0.03200
Bot.F Width	0.24800	Bot.F Thick	0.03200
Area	0.02000	Asx	0.00486
Qyb	0.05777	Qzb	0.00766
Iyy	0.00024	Izz	0.00008
Ybar	0.12400	Zbar	0.13500
Wely	0.00180	Welz	0.00055
ry	0.11000	rz	0.06390

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	Ly = 3.12000, Lz = 3.12000, Lb = 3.12000
Effective Length Factors	Ky = 1.27, Kz = 1.17
Equivalent Uniform Moment Factors	Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance	
$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 265.87/6761.90 = 0.039 < 1.000$	O.K
Bending Resistance	
$M_{Edy}/M_{Rdy} = 112.707/715.410 = 0.158 < 1.000$	O.K
$M_{Edz}/M_{Rdz} = 23.964/338.349 = 0.071 < 1.000$	O.K
Combined Resistance	
$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$	
$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$	
$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$	
$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$	
$R_{b_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$	
$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$	
$R_{b_LT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$	
$R_{max} = \text{MAX}[RNRd, R_{max1}, (R_{oom} + R_{bend}), \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.268 < 1.000$	O.K
Shear Resistance	
$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.007 < 1.000$	O.K
$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.044 < 1.000$	O.K

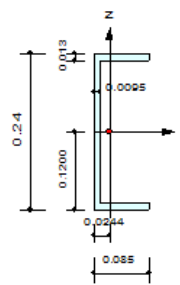
APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
Mandataria:	Mandante:				
SALINI IMPREGILO S.p.A.		ASTALDI S.p.A.			
PROGETTISTA:					
Mandataria:	Mandante:				
SYSTRA S.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004
				REV.	PAGINA
				A	65 di 88

10.4.2 Trave UPN240

Si riportano di seguito le verifiche strutturali eseguite sulla trave tipo UPN240 più sollecitata, rappresentative di quelle eseguite sulle travi della struttura del medesimo tipo.

1. Design Information

Design Code	: Eurocode3:05
Unit System	: kN, m
Member No	: 136
Material	: S355 (No:4) (Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name	: UPN240 (No:2) (Rolled : UPN240).
Member Length	: 4.13348



2. Member Forces

Axial Force	Fxx = -152.22 (LCB: 13, POS:J)
Bending Moments	My = -19.105, Mz = -0.7985
End Moments	Myi = 8.28933, Myj = -19.105 (for Lb) Myi = 8.28933, Myj = -19.105 (for Ly) Mzi = -0.1026, Mzj = -0.7985 (for Lz)
Shear Forces	Fyy = 0.67821 (LCB: 15, POS:I) Fzz = 21.6100 (LCB: 31, POS:J)

Depth	0.24000	Web Thick	0.00950
Top F Width	0.08500	Top F Thick	0.01300
Bot.F Width	0.08500	Bot.F Thick	0.01300
Area	0.00423	Asz	0.00228
Qyb	0.01893	Qzb	0.00184
Iyy	0.00004	Izz	0.00000
Ybar	0.02441	Zbar	0.12000
Wely	0.00030	Welz	0.00004
ry	0.09220	rz	0.02420

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	Ly = 4.13348, Lz = 4.13348, Lb = 4.13348
Effective Length Factors	Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors	Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 152.223/231.166 = 0.658 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 19.105/121.038 = 0.158 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.7985/28.6801 = 0.028 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Combined Resistance

$$RNRd = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$$

$$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$$

$$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$$

$$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{b_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy})/(X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz})/(W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{b_LT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy})/(X_{i_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz})/(W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[RNRd, R_{max1}, (R_{oom} + R_{bend}), \text{MAX}(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.971 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.002 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.048 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

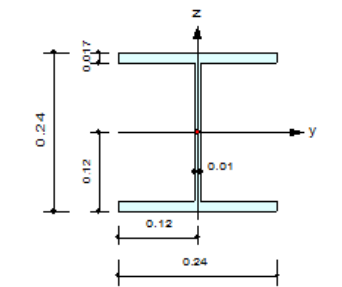
APPALTATORE: Mandataria: Mandante: SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	66 di 88

10.4.3 Trave HEB240

Si riportano di seguito le verifiche strutturali eseguite sulla trave tipo HEB240 più sollecitata, rappresentative di quelle eseguite sulle travi della struttura del medesimo tipo.

1. Design Information

Design Code	: Eurocode3:05
Unit System	: kN, m
Member No	: 76
Material	: S355 (No:4) (Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name	: HEB240 (No:4) (Rolled : HEB240).
Member Length	: 4.35000



2. Member Forces

Axial Force	Fxx = -8.4176 (LCB: 17, POS:I)
Bending Moments	My = -135.14, Mz = -0.7703
End Moments	Myi = -135.14, Myj = 42.3352 (for Lb) Myi = -135.14, Myj = 62.5442 (for Ly) Mzi = -0.7703, Mzj = 4.19375 (for Lz)
Shear Forces	Fyy = 110.237 (LCB: 13, POS:1/2) Fzz = -83.556 (LCB: 13, POS:I)

Depth	0.24000	Web Thick	0.01000
Top F Width	0.24000	Top F Thick	0.01700
Bot.F Width	0.24000	Bot.F Thick	0.01700
Area	0.01000	Asx	0.00240
Iyb	0.05080	Iyb	0.00720
Iyy	0.00011	Izz	0.00004
Ybar	0.12000	Zbar	0.12000
Wely	0.00094	Welz	0.00033
ry	0.10300	rz	0.05080

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	Ly = 4.35000, Lz = 2.17500, Lb = 2.17500
Effective Length Factors	Ky = 1.00, Kz = 1.00
Equivalent Uniform Moment Factors	Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Results

Axial Resistance	
N_Ed/N_c_Rd	= 8.42/3583.81 = 0.002 < 1.000 O.K
Bending Resistance	
M_Edy/M_Rdy	= 135.141/356.352 = 0.379 < 1.000 O.K
M_Edz/M_Rdz	= 0.770/167.273 = 0.005 < 1.000 O.K
Combined Resistance	
RNRd	= MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
Rmax1	= (M_Edy/Mny_Rd)^Alpha + (M_Edz/Mnz_Rd)^Beta
Room	= N_Ed/(A*fy/Gamma_M0), Rbend = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc_LT1	= N_Ed/(Xiy*A*fy/Gamma_M1)
Rb_LT1	= (kyy*M_Edy)/(Xi_LT*Wply*fy/Gamma_M1) + (kyz*Msdz)/(Wplz*fy/Gamma_M1)
Rc_LT2	= N_Ed/(Xiz*A*fy/Gamma_M1)
Rb_LT2	= (Kzy*M_Edy)/(Xi_LT*Wply*fy/Gamma_M1) + (Kzz*Msdz)/(Wplz*fy/Gamma_M1)
Rmax	= MAX[RNRd, Rmax1, (Room+Rbend), MAX(Rc_LT1+Rb_LT1, Rc_LT2+Rb_LT2)] = 0.400 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance	
V_Edy/V_y_Rd	= 0.066 < 1.000 O.K
V_Edz/V_z_Rd	= 0.129 < 1.000 O.K

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
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	67 di 88

10.5 VERIFICHE SOLAI DI PIANO

10.5.1 Piano copertura

Si riporta di seguito la verifica dei solai del piano copertura in lamiera grecata collaborante, effettuata per le condizioni più gravose: luce massima tra le travi di sostegno e massimo sovraccarico variabile. La luce di verifica del solaio è pari a 3,74m.

Lo schema di carico considerato è lo schema semplice di trave appoggiata alle estremità.

CARATTERISTICHE SOLETTA

Tipo lamiera:	A55/B009S100
tensione ammissibile lamiera	1600 Kg/cm ²
Spessore caldana	4.5 cm
Altezza lamiera	5.5 cm
Altezza totale soletta	10.0 cm
Classe c.l.s.	400 Kg/cm ²
Peso specifico cls alleggerito	1600 Kg/m ³
Luce massima tra gli appoggi	3.740 m
Schema di calcolo	Travata singola 1

N.B. - viene condotta la verifica a soli momenti positivi pari a:
 $M=q \cdot L^2/8$ nel caso di travata singola ed $M=q \cdot L^2/10$ nel caso di travata continua

Analisi dei carichi escluso peso proprio (per mq di soletta)

sovraccarico permanente	35 Kg/mq
sovraccarico accidentale	100 Kg/mq
totale	135 Kg/mq
carico mezzi d'opera 1 ^a fase	50 Kg/mq

Armatura aggiunt. inf. nei travetti:	n	Ø	h	Af
		(mm)	(cm)	(cm ² /m)
	omogeneizzazione: 15	8	7	
		6	7	

N.B. - h = distanza del baricentro del tondino dal bordo compresso

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.B0.004 A 68 di 88			
Mandatario:	Mandante:				
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO					
Scala Antincendio - Relazione di calcolo					

Diametro e passo rete elettr. sup.	$\varnothing$	p	c	Af
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm q/m)
omogeneizzazione:	15	8	15	2.5
N.B. - p=passo della rete; c=copriferro				
Coefficiente di omogeneizzazione lamiera	10			

Rete elettrosaldata

Armatura aggiunta nei travetti

σ

σ/m

CALCOLO SOLLECITAZIONI

Caratteristiche geometriche della lamiera grecata:

Larghezza singolo pannello	600.0 mm
numero moduli per pannello	4
Interasse moduli	150.0 mm
larghezza sagoma superiore	61.5 mm
larghezza sagoma inferiore	61.5 mm
altezza lamiera	55.0 mm

Caratteristiche statiche lamiera grecata (al mq)

Spessore della lamiera	mm	1.00
Peso della lamiera	Kg/mq	13.10
Area della sezione	cm q/m	16.66
Momento d'inerzia ridotto	cm ⁴	70.66
Distanza baricentro dal bordo inf.	cm	2.48
Modulo di resistenza superiore	cm ³	21.08
Modulo di resistenza inferiore	cm ³	29.89

caratteristiche statiche sezione composta

Altezza complessiva soletta	cm	10.00
Peso soletta	Kg/mq	130.10
Coefficiente di omogeneizzazione lamiera		10
Posizione asse neutro	cm	3.51
Momento d'inerzia totale della sezione	cm ⁴	4878.27
Modulo di resistenza superiore	cm ³	1388.92
Modulo di resistenza inferiore	cm ³	751.92

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo							
		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	69 di 88

VERIFICHE:

1^a fase - il c.l.s. non ha ancora fatto presa - peso proprio + mezzi d'opera			
q' =	180.10 Kg/m		
Mmax =	314.90 Kg/m		
Tmax =	336.79 Kg/m		
tens. bordo sup. lamiera	1493.81 Kg/cm ²	compressione	
tens. bordo inf. Lamiera	1053.52 Kg/cm ²	trazione	
abbassamento	3.092046 cm	=L/120	(max L/250)
2^a fase - sezione mista- carico perm. + accidentale - mezzi d'opera			
q" =	85.00 Kg/m		
Mmax =	148.62 Kg/m		
Tmax =	158.95 Kg/m		
tens. nel cls.	10.70 Kg/cm ²		
tens. bordo inf. lamiera	197.65 Kg/cm ²	trazione	
abbassamento	0.123304 cm	=L/3033	(max L/500)
tensioni complessive:			
c.l.s.	10.70 Kg/cm ²	verificato	
lamiera	1251.17 Kg/cm ²	verificato	

SEZIONE VERIFICATA

Si riporta di seguito la verifica a flessione condotta allo Stato Limite Ultimo, nelle due fasi.

Dalla Tabella di seguito, relativa alla prima fase, si desume che in corrispondenza della luce di progetto, il carico massimo consentito sulla lamiera è superiore a quello di progetto. Il carico limite di prima fase, relativo alla luce di progetto, è pari a 11.3 kN/m^2 . Il momento resistente allo SLU, risulta pari a:

- $M_{Rd} = 1.5 \times 11.3 \times 3.74^2 / 8 = 29.6 \text{ kNm}$

La resistenza a flessione calcolata risulta superiore al momento sollecitante di prima fase allo SLU:

- $M_{Sd} = 1.5 \times 3.1 = 4.6 \text{ kNm}$

Spess. Thick. Epaiss. Dicke	J	Wp	Wn	Distanza fra gli appoggi in metri - Span in meters - Entr'axe des solives - Spannweite in Metern																			
				1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	
0,60	39,12	11,11	12,72	1467	939	652	479	367	277	202	152	117	92	74	60	49	41	35					
									290	235	194	163	139	120	104	88	81	72					
0,70	45,98	13,89	16,00	1833	1173	815	599	458	326	238	179	138	108	87	70	58	48	35					
									362	293	242	204	174	150	130	115	102	91	81				
0,80	54,90	16,85	19,53	2224	1423	989	726	554	389	284	213	164	129	103	84	69	58	49	35				
								556	439	356	294	247	211	182	158	139	123	110	99	89			
1,00	73,46	23,27	26,81	3072	1966	1365	1003	742	521	380	285	220	173	138	113	93	77	65	55	47	36		
								768	607	491	406	341	291	251	218	192	170	152	136	123	102		
1,20	92,57	30,19	32,82	3985	2550	1771	1301	935	656	479	360	277	218	174	142	117	97	82	70	60	45		
								996	787	638	527	443	377	325	283	249	221	197	177	159	131		

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			
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	71 di 88			

TIPO A 55/P 600 - HI-BOND

HI-BOND TYPE A 55/P 600

Luce massima in metri per solai HI-BOND - Max spans in meters - Max entr'axes en metres -

Max spannweite in metern

H Soletta Slab Dalle Decke mm	Spessore Thickness Epaisseur Stärke mm	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m ² - Useful overload evenly distributed KN/m ² Surcharge utile uniformement repartie KN/m ² - Nutzlast gleichmassig verteilt KN/m ²													
		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,30	3,18	3,07	2,97	2,88	2,79	2,72	2,64	2,58	2,52	2,41	2,31	2,15	1,88
	0,80	3,55	3,42	3,29	3,18	3,08	2,99	2,91	2,83	2,76	2,69	2,56	2,44	2,26	1,88
	1,00	4,01	3,85	3,70	3,57	3,39	3,24	3,12	3,01	2,91	2,83	2,69	2,57	2,26	1,88
	1,20	4,41	4,23	3,94	3,71	3,53	3,37	3,24	3,13	3,03	2,95	2,80	2,68	2,26	1,88
11	0,70	3,20	3,10	3,01	2,93	2,85	2,78	2,72	2,65	2,60	2,54	2,44	2,36	2,21	2,08
	0,80	3,44	3,34	3,24	3,15	3,06	2,98	2,91	2,85	2,78	2,73	2,62	2,52	2,36	2,08
	1,00	3,89	3,76	3,64	3,54	3,44	3,35	3,27	3,19	3,12	3,05	2,93	2,80	2,50	2,08
	1,20	4,29	4,14	4,01	3,89	3,78	3,67	3,53	3,41	3,30	3,21	3,04	2,91	2,50	2,08
12	0,70	3,09	3,02	2,94	2,87	2,81	2,75	2,70	2,64	2,59	2,55	2,46	2,38	2,24	2,13
	0,80	3,33	3,25	3,17	3,09	3,02	2,96	2,89	2,84	2,78	2,73	2,64	2,55	2,40	2,27
	1,00	3,77	3,66	3,57	3,48	3,40	3,33	3,25	3,19	3,13	3,07	2,96	2,86	2,69	2,27
	1,20	4,15	4,04	3,93	3,83	3,74	3,65	3,57	3,50	3,43	3,36	3,24	3,13	2,72	2,27
13	0,70	2,99	2,93	2,87	2,81	2,76	2,71	2,66	2,62	2,58	2,53	2,46	2,39	2,27	2,16
	0,80	3,22	3,15	3,09	3,03	2,91	2,91	2,86	2,81	2,77	2,72	2,64	2,56	2,43	2,31
	1,00	3,65	3,56	3,49	3,41	3,35	3,28	3,22	3,16	3,11	3,06	2,96	2,88	2,72	2,43
	1,20	4,03	3,93	3,84	3,76	3,68	3,61	3,54	3,48	3,42	3,36	3,25	3,15	2,92	2,43

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ		CODIFICA CL		DOCUMENTO FV.02.B0.004		REV. A		PAGINA 72 di 88	

10.6 VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi in termini di sollecitazioni della platea di fondazione, 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.

10.6.1 Soletta fondazione $s=0.8m$ - Verifiche a flessione – Armatura Dir.Y

SEZIONI SOLETTA FONDAZIONE			N°	Ø	A	δ	Sforzo normale	MOMENTI LIMITE			
								SLE			SLU
								$M_{SLE,0.2}$	$\sigma_{c,sle,0.2}$	$\sigma_{a,sle,0.2}$	
			barre	mm	cm ²	cm	kN	kNm	MPa	MPa	Mu
Y1=100x80	Lato compresso	1° strato	5	20	15.71	6.2	0	225	3.64	209	441
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	20	15.71	6.2					

Filtro sollecitazioni con sezione Y1

Combinazione SLU

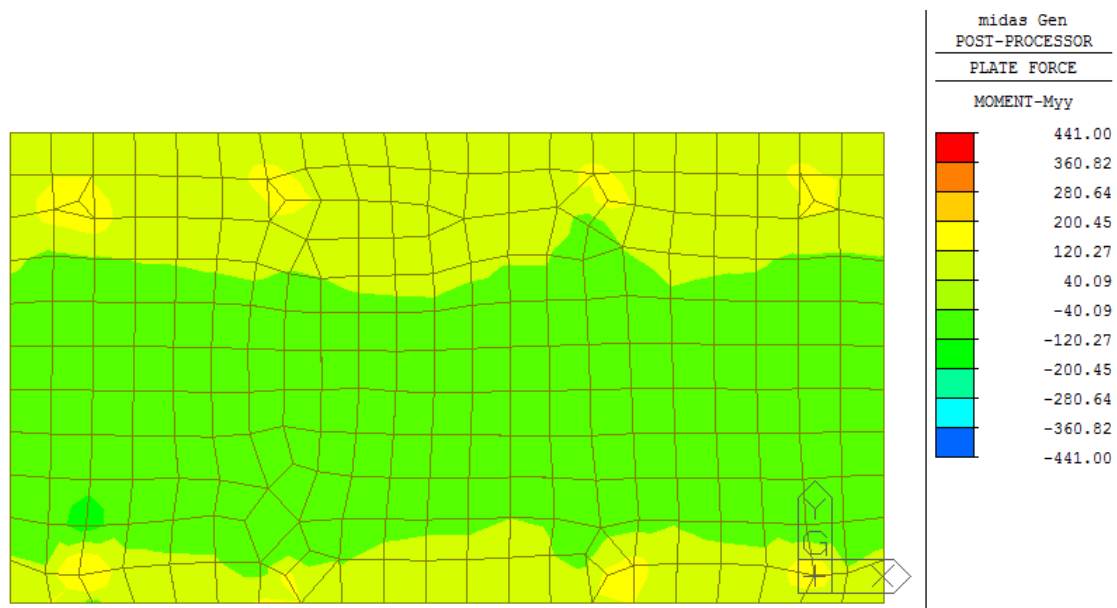


Figura 33: Y1 – SLU – Myy (kNm/m)

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL
			DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			FV.02.B0.004	A	73 di 88

Combinazione SLE

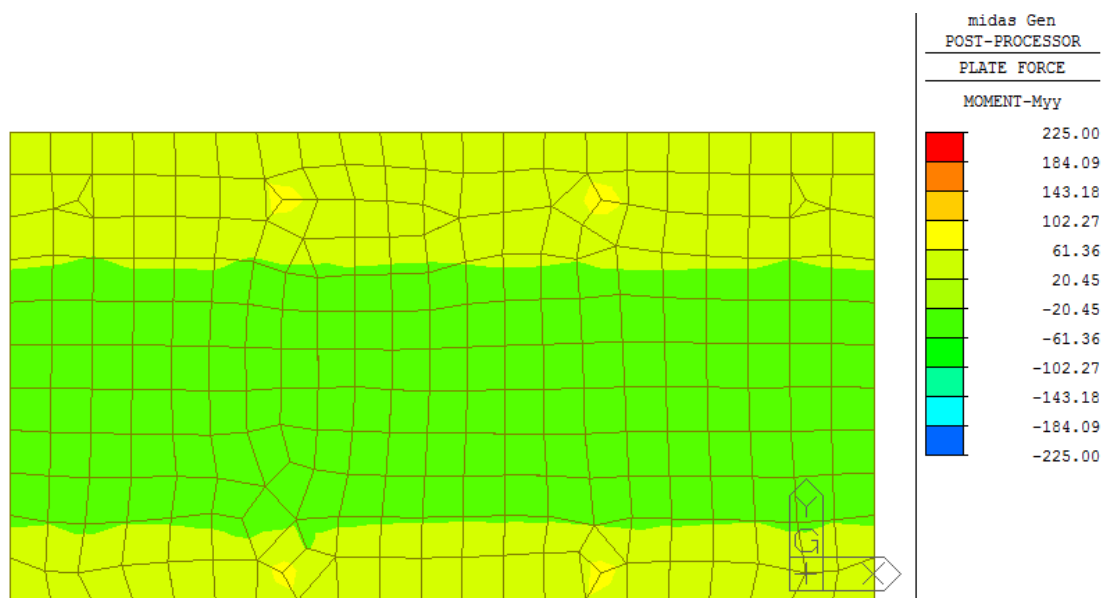


Figura 34: Y1 – SLE – Myy (kNm/m)

10.6.2 Soletta fondazione $s=0.8m$ - 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}	
			barre	mm	cm ²	cm	kN	kNm	MPa	MPa	kNm
X1=100x80	Lato compresso	1° strato	5	20	15.71	8.2	0	185	3.2	177	433
		2° strato									
	Lato teso	2° strato									
		1° strato	5	20	15.71	8.2					

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: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 74 di 88

Filtro sollecitazioni con sezione X1

Combinazione SLU

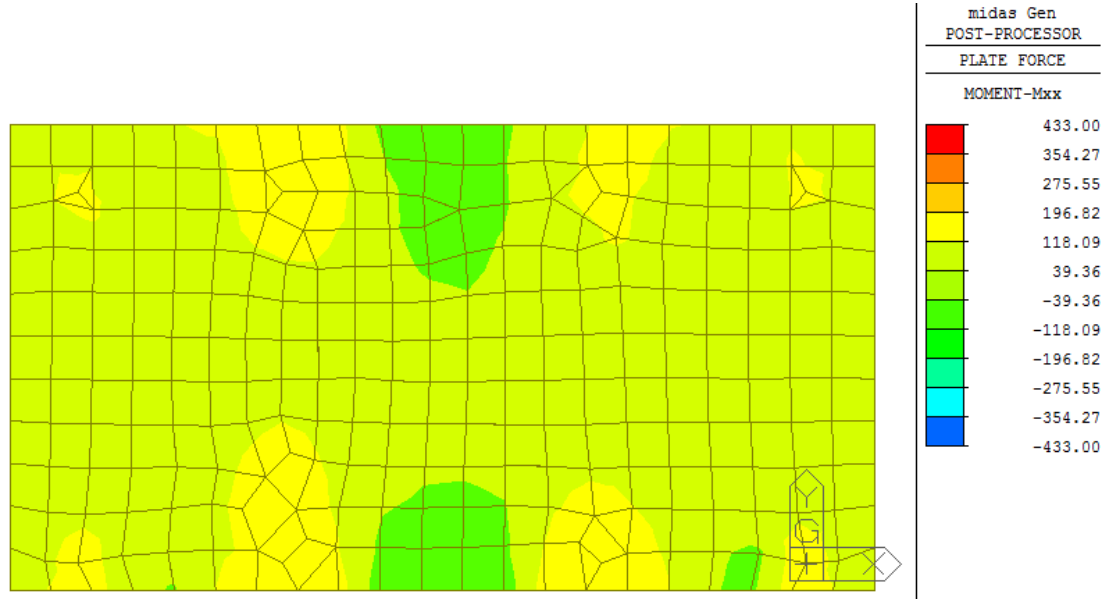


Figura 35: X1 – SLU – Mxx (kNm/m)

Combinazione SLE

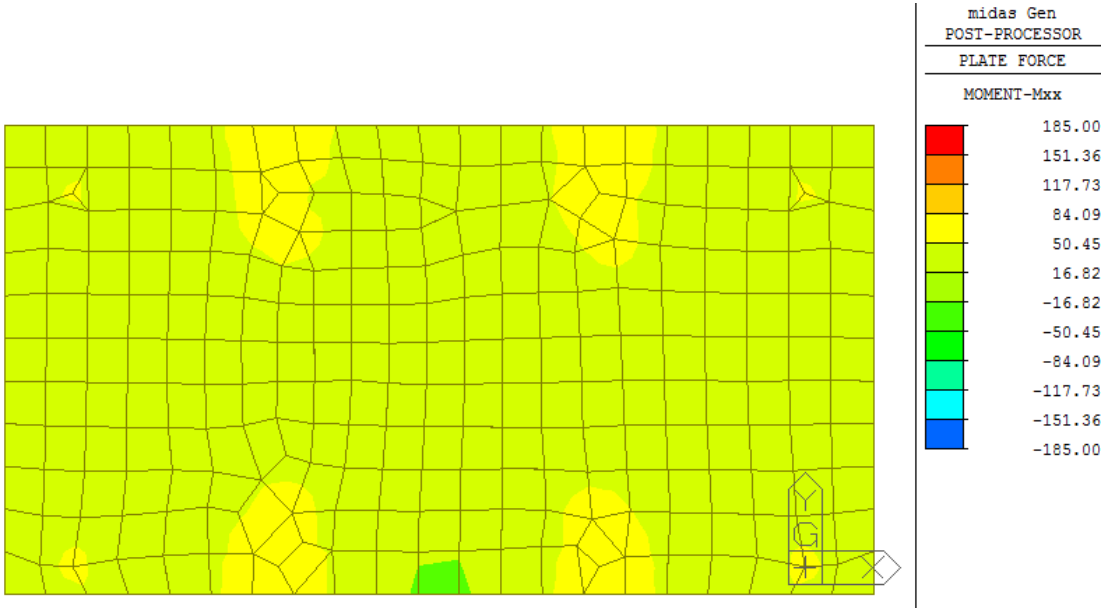


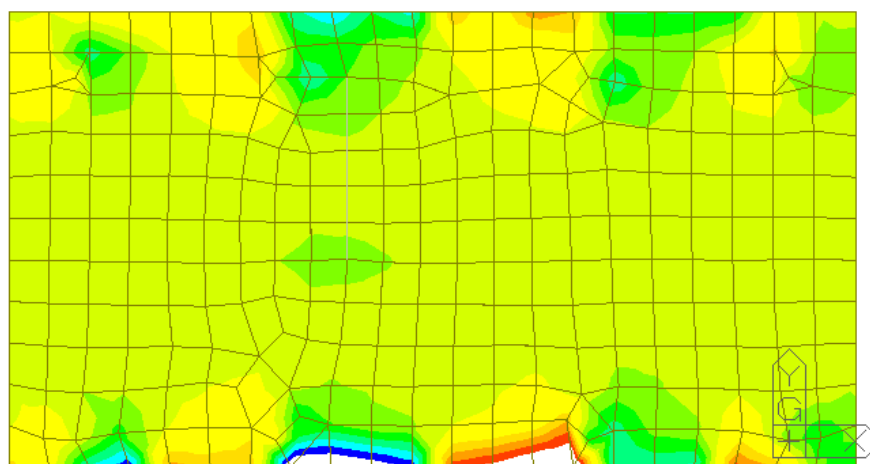
Figura 36: X1 – SLE – Mxx (kNm/m)

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.									
PROGETTISTA:									
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.									
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	75 di 88	

10.6.3 Soletta fondazione s=0.8m - Verifiche a taglio

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

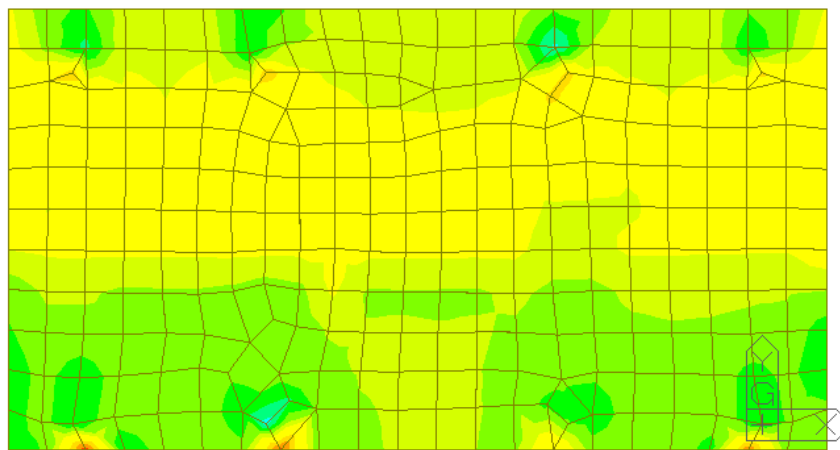
SEZIONE				IPOTESI 1 $\text{Cot } \varphi = 2,5$ $\varphi = 21,8^\circ$	
b_w	=	100	cm	Armatura trasversale	
h	=	80	cm	$V_{Rsd} = 302.71 \text{ (KN)}$	
c	=	4	cm	$V_{Rcd} = 1664.01 \text{ (KN)}$	
d	=	$h-c$	= 76 cm	$V_{Rd} = 302.71 \text{ (KN)}$	
MATERIALI				$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
f_{ywd}	=	391.30	MPa	IPOTESI 2 $\text{Cot } \varphi = 1$ $\varphi = 45^\circ$	
R_{ck}	=	30	MPa	Armatura trasversale	
γ_c	=	1.5		$V_{Rsd} = 121.08 \text{ (KN)}$	
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 24.9 MPa	$V_{Rcd} = 2412.81 \text{ (KN)}$	
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 14.11 MPa	$V_{Rd} = 121.08 \text{ (KN)}$	
ARMATURE A TAGLIO				$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
ϕ_{st}	=	12		IPOTESI 3 $\text{Cot } \varphi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$: Rottura bilanciata	
braccia	=	2		$\cot(\theta) = 6.23 \text{ (calcolato)}$ $\cot(\theta) = 2.50 \text{ (limitato)}$	
ϕ_{st2}	=	0		$\theta = 9.11^\circ$	
braccia	=	0		$V_{Rsd} = 754.74 \text{ (KN)}$	
passo	=	50	cm	$V_{Rcd} = 754.74 \text{ (KN)}$	
(A_{sw} / s)	=	4.524	cm^2 / m	$V_{Rd} = 754.74 \text{ (KN)}$	
α	=	90	° (90° staffe verticali)	MASSIMO TAGLIO RESISTENTE	
ARMATURE LONGITUDINALI				$V_{Rd} = 303 \text{ (KN)}$	
ϕ	=				
Numero	=				
A_{sl}	=	0.000	cm^2		
TAGLIO AGENTE					
$V_{Ed} =$					
SFORZO NORMALE					
$N_{Ed} =$					



midas Gen	
POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
SHEAR-Vxx	
	303.00
	247.91
	192.82
	137.73
	82.64
	27.55
	-27.55
	-82.64
	-137.73
	-192.82
	-247.91
	-303.00

Figura 37: SLU- Vxx (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>		<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		
Scala Antincendio - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	76 di 88		



midas Gen	
POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
SHEAR-Vyy	
	303.00
	247.91
	192.82
	137.73
	82.64
	27.55
	-27.55
	-82.64
	-137.73
	-192.82
	-247.91
	-303.00

Figura 38: SLU– Vyy (kN/m) - $\phi 12/50 \times 50$

Nelle zone non verificate è prevista un'armatura di infittimento costituita da spilli $\Phi 12$ a 4 bracci passo 50cm.

SEZIONE					IPOTESI 1					Cot ϕ = 2,5		ϕ = 21,8°				
b _w	=	100	cm		Armatura trasversale											
h	=	80	cm													
c	=	4	cm													
d	=	h-c	=	76									cm			
MATERIALI					IPOTESI 2							Cot ϕ = 1		ϕ = 45°		
f _{ywd}	=	391.30	MPa		Armatura trasversale											
R _{ck}	=	30	MPa													
γ _c	=	1.5														
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	24.9									MPa			
f _{cd}	=	0.85x f _{ck} /γ _c	=	14.11	MPa	Armatura trasversale										
ARMATURE A TAGLIO																
θ _{st}	=	12														
braccia	=	4														
θ _{st2}	=	0			Armatura trasversale											
braccia	=	0														
passo	=	50	cm													
(A _{sw} / s)	=	9.048	cm ² / m													
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	IPOTESI 3								Cot ϕ in cui VRsd=VRcd		:Rottura bilanciata	
ARMATURE LONGITUDINALI																
θ	=															
Numero	=															
A _{sl}	=	0.000	cm ²		MASSIMO TAGLIO RESISTENTE											
TAGLIO AGENTE													V _{Ed} =			(KN)
SFORZO NORMALE													N _{Ed} =			(KN)

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. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 77 di 88

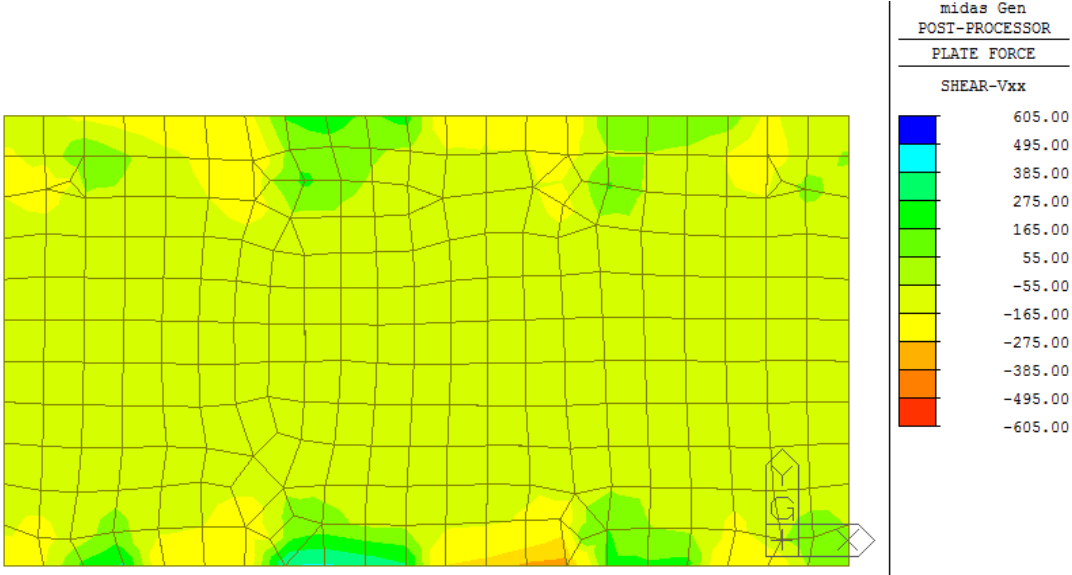


Figura 39: SLU– Vxx (kN/m) - φ12/25x50

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ		CODIFICA CL		DOCUMENTO FV.02.B0.004		REV. A		PAGINA 78 di 88		

10.7 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.7.1 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>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:		PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL FV.02.B0.004 A 79 di 88					
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - 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;

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

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			
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
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004
					REV. A
					PAGINA 80 di 88

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

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]: 1014 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. 8.381 Press. Lim. 3.644 EUROCODE 7 Press. Ult. 9.889 Press. Lim. 4.300		
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.
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A
				PAGINA		81 di 88

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Coefficiente di Sicurezza: 2.30
 Forma impronta fondazione: RETTANGOLARE
 Lato B fondazione: 546 cm
 Lato L fondazione: 1014 cm
 Affondamento piano di posa Df: 100 cm
 Affondamento della falda Dw: 500 cm
 Angolo θ 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 ($Q_u / \text{Coef. Sic.}$): 4.47 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 0.00
 Sc (Coeff. forma) = 1.32
 Dc (Coeff. prof.) = 1.06
 Nq (Coeff. portata) = 18.40
 Sq (Coeff. forma) = 1.16
 Dq (Coeff. prof.) = 1.03
 Ng (Coeff. portata) = 15.67
 Sg (Coeff. forma) = 1.16
 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 ($Q_u / \text{Coef. Sic.}$): 3.64 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) = 1.31
 Dq (Coeff. prof.) = 1.05
 Ng (Coeff. portata) = 15.07
 Sg (Coeff. forma) = 0.78
 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 ($Q_u / \text{Coef. Sic.}$): 4.30 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 0.00
 Sc (Coeff. forma) = 0.00
 Nq (Coeff. portata) = 18.40
 Sq (Coeff. forma) = 1.27
 Ng (Coeff. portata) = 20.09
 Sg (Coeff. forma) = 0.84

Per la fondazione in esame risulta una pressione limite di:

$$Q_u / \gamma_R = 0.364 \text{ MPa}$$

La pressione massima sul terreno, pari a 0.09MPa, è inferiore al valore limite, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

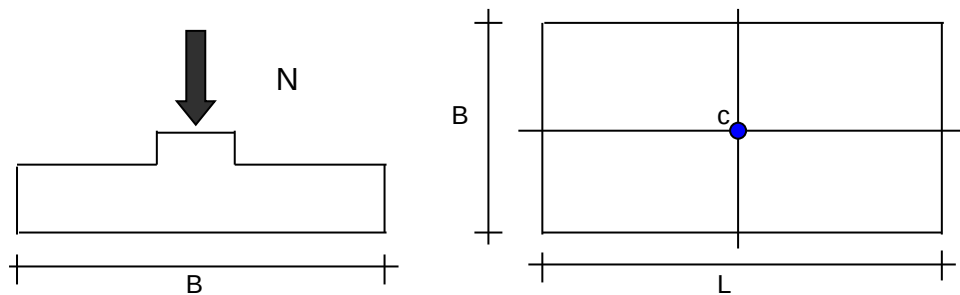
APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA:									
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 82 di 88	

10.7.2 Valutazione dei cedimenti

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

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO: Platea fondazione corpo scale di sicurezza



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

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

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

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

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

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

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

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

DATI DI INPUT:

B = 5.46 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 10.14 (m) (Lunghezza 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					
<u>Mandatario:</u>	<u>Mandante:</u>						
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:							
<u>Mandatario:</u>	<u>Mandante:</u>						
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO							
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	83 di 88

N = 2199 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 39.72 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B*L)))

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

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Δz _i	E	v	δci
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	Di	5.0 0	0.0	5.0	1.0	2000 0	0.30	0.55
2	Po	2.0 0	5.0	7.0	1.0	5000 0	0.30	0.05
3	Po	7.0 0	7.0	14.0	1.0	2000 00	0.30	0.20
-			0.0	0.0				-
-			0.0	0.0				-
-			0.0	0.0				-

$\delta_{ctot} = 0.80 \text{ (cm)}$

Il cedimento totale risulta essere pari a 0.80cm.

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

z	Δz _i	Terreno	R1	R2	R3	Δσzi	Δσxi	Δσyi	E	v	δi	Σδi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)
0.00	1.0	1							20000	0.30		
1.00	1.0	1	5.09	2.78	5.78	34.81	28.55	25.79	20000	0.30	0.09	0.09
2.00	1.0	1	5.29	3.11	5.95	28.93	3.38	1.90	20000	0.30	0.14	0.23
3.00	1.0	1	5.65	3.70	6.28	25.03	1.53	0.08	20000	0.30	0.12	0.35
4.00	1.0	1	6.16	4.44	6.74	21.23	0.61	-0.50	20000	0.30	0.11	0.46
5.00	1.0	1	6.78	5.26	7.31	17.71	0.14	-0.63	20000	0.30	0.09	0.55
6.00	1.0	2	7.48	6.14	7.96	14.69	-0.09	-0.61	50000	0.30	0.03	0.58
7.00	1.0	2	8.24	7.05	8.68	12.21	-0.19	-0.55	50000	0.30	0.02	0.60
8.00	1.0	3	9.05	7.98	9.46	10.20	-0.23	-0.47	200000	0.30	0.01	0.61
9.00	1.0	3	9.90	8.93	10.27	8.59	-0.24	-0.41	200000	0.30	0.00	0.61
10.00	1.0	3	10.77	9.88	11.11	7.30	-0.23	-0.35	200000	0.30	0.00	0.62
11.00	1.0	3	11.66	10.85	11.98	6.25	-0.22	-0.30	200000	0.30	0.00	0.62
12.00	1.0	3	12.57	11.82	12.86	5.40	-0.20	-0.26	200000	0.30	0.00	0.62
13.00	1.0	3	13.49	12.79	13.76	4.71	-0.18	-0.23	200000	0.30	0.00	0.62
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.63
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.63

APPALTATORE: Mandatario: Mandante: SALINI IMPREGILO S.p.A.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: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A.SYSTRA-SOTECNI S.p.A.ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	84 di 88	

14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.63
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.63
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.63
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.64
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.64
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.64
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.64
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.64
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.65
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.65
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.65
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.65
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.65
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.66
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.67
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.67
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.67
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.67
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.67
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.68
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.68
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.68
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.68
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.69
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.69
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.69
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.69
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.69
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.70
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.70
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.70
z	Δzi	Terren o	R1	R2	R3	Δσzi	Δσxi	Δσyi	E	ν	δi	Σδi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.70
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.70
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.71
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.71
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.71
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.71

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A. 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> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.												
PROGETTO ESECUTIVO Scala Antincendio - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV.02.B0.004	REV. A	PAGINA 85 di 88	

14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.71
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.72
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.72
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.72
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.72
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.73
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.73
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.73
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.73
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.73
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.73
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.74
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.74
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.74
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.74
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.74
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.74
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.75
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.75
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.75
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.75
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.76
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.76
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.76
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.76
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.76
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.77
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.77
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.77
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.77
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.77
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.78
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.78
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.78
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.78
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.78
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.79
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.79
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.79
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.79
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.80
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.80
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.80
14.00	1.0	3	14.42	13.77	14.68	4.13	-0.17	-0.20	200000	0.30	0.00	0.80

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
Scala Antincendio - Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	86 di 88

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.

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.
Scala Antincendio - Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A
						PAGINA
						87 di 88

12 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Sezione trasversale (a sinistra) e longitudinale (a destra)	6
Figura 2: Pianta Piano Terra	7
Figura 3: Pianta Piani intermedi	7
Figura 4: Pianta ultimo piano.....	8
Figura 5: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	26
Figura 6: Spettri di risposta elastici_SLD (Componente orizzontale e verticale)	28
Figura 7: Spettri di risposta elastici_SLC (Componente orizzontale e verticale)	30
Figura 8: Spettri di risposta elastici_SLO (Componente orizzontale e verticale)	32
Figura 9: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008	36
Figura 10: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008..	36
Figura 11: Coefficienti di combinazione	39
Figura 12: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Vista 3D modello globale	45
Figura 13: Modello FEM 3D – Geometria degli elementi.....	46
Figura 14: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti e accidentali – Carico superficiale rampe/pianerottoli intermedi (kN/m ²)	48
Figura 15: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi permanenti strutturali e non strutturali – Carico lineare (kN/m).....	49
Figura 16: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi accidentali: Azione della neve – Carico lineare (kN/m).....	49
Figura 17: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi accidentali: manutenzione della copertura – Carico lineare (kN/m)	50
Figura 18: Modello FEM 3D – Applicazione dei sovraccarichi accidentali: presenza della folla – Carico lineare (kN/m).....	50
Figura 19: Modello FEM 3D – Applicazione dei carichi permanenti dei parapetti – Carico lineare (kN/m)	51
Figura 20: Primo modo di vibrazione della struttura $T_1 = 0.392s$	52
Figura 21: Secondo modo di vibrazione della struttura $T_1 = 0.368s$	53
Figura 22: Secondo modo di vibrazione della struttura $T_1 = 0.355s$	53
Figura 23: Spostamenti dir.-x della struttura per carichi sismici (combinazione SLO - m).....	54
Figura 24: Spostamenti dir.-y della struttura per carichi sismici (combinazione SLO - m).....	55
Figura 25: Spostamenti dir.-z della struttura per soli carichi statici (combinazione SLE - m)	56
Figura 26: Spostamenti dir.-y della struttura per soli carichi statici (combinazione SLE - m)	57
Figura 27: Momento flettente M_y (involuppo delle combinazioni SLU - kNm).....	60
Figura 28: Momento flettente M_z (involuppo delle combinazioni SLU - kNm).....	61
Figura 29: Taglio associato al momento M_y (involuppo delle combinazioni SLU)	61
Figura 30: Taglio associato al momento M_z (involuppo delle combinazioni SLU)	62
Figura 31: Sforzo normale F_z (involuppo delle combinazioni SLU).....	62
Figura 32: Verifica grafica.....	63

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 Scala Antincendio - Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	FV.02.B0.004	A	88 di 88	

Figura 33: Y1 – SLU – M _{yy} (kNm/m)	72
Figura 34: Y1 – SLE – M _{yy} (kNm/m).....	73
Figura 35: X1 – SLU – M _{xx} (kNm/m)	74
Figura 36: X1 – SLE – M _{xx} (kNm/m).....	74
Figura 37: SLU– V _{xx} (kN/m) - φ12/50x50	75
Figura 38: SLU– V _{yy} (kN/m) - φ12/50x50	76
Figura 39: SLU– V _{xx} (kN/m) - φ12/25x50	77