

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

SL – SOTTOVIA

SL01 – SOTTOPASSO RAMO 11 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV DI AFRAGOLA KM 6+350

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

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	S	L	0	1	0	0	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	DI PLACIDO	14/06/18	MARTUSCELLI	15/06/18	D'ANGELO	15/06/18	MARTUSCELLI
B	EMISSIONE PER RdV	DI PLACIDO	10/09/18	MARTUSCELLI	11/09/18	D'ANGELO	11/09/18	
								12/09/18

File:IF1M.0.0.E.ZZ.CL.SL.01.0.0.001.B.DOC

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 2 di 105

1	PREMESSA.....	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	11
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	11
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	12
5.1	CALCESTRUZZO SOLETTA IMPALCATO $R_{ck} > 40$ MPA (C32/40).....	12
5.2	ACCIAIO D'ARMATURA B450C	12
5.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA S355.....	12
5.4	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	13
6	ANALISI DEI CARICHI.....	14
6.1	CARICHI PERMANENTI.....	14
6.2	AZIONI VARIABILI VERTICALI DA TRAFFICO	14
6.2.1	<i>Azioni da traffico ferroviario.....</i>	14
6.2.2	<i>Incremento dinamico</i>	15
6.2.3	<i>Contemporaneità dei treni sui binari</i>	17
6.2.4	<i>Carichi sui marciapiedi</i>	17
6.3	AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI DA TRAFFICO	17
6.3.1	<i>Forza centrifuga (Q4)</i>	17
6.3.2	<i>Serpeggio (Q5).....</i>	19
6.3.3	<i>Frenatura / Avviamento (Q3).....</i>	19

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001
	REV. B	PAGINA 3 di 105

6.4	AZIONE DEL VENTO (Q6)	21
6.5	RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI (Q7)	22
6.6	AZIONI ECCEZIONALI	22
6.6.1	<i>Deragliamento al di sopra del ponte</i>	22
6.7	AZIONI SISMICHE	25
7	COMBINAZIONI DI CARICO	31
7.1	SIMULTANEITÀ DELLE AZIONI DA TRAFFICO	31
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI	31
7.3	COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	34
8	CRITERI DI VERIFICA	35
8.1	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) PER GLI ELEMENTI IN C.A.	35
8.1.1	<i>Criteria di verifica per elementi soggetti a flessione e/o sforzo normale</i> ..	35
8.1.2	<i>Criteria di verifica per elementi soggetti a taglio</i>	37
8.2	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) PER GLI ELEMENTI IN C.A.	42
8.2.1	<i>Verifiche a fessurazione</i>	42
8.2.2	<i>Verifiche tensionali</i>	43
8.3	CRITERI DI VERIFICA PER GLI ELEMENTI IN ACCIAIO	44
9	MODELLI DI CALCOLO	45
9.1	DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	45
9.2	CARICHI ASSEGNATI	47
9.2.1	<i>Analisi sismica</i>	51

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 4 di 105

9.2.2	Combinazioni	54
10	ANALISI DELLA STRUTTURA	63
10.1	SOLLECITAZIONI IMPALCATI	63
10.1.1	Sollecitazioni allo SLU	63
11	VERIFICHE DI RESISTENZA	66
11.1	VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE	66
11.2	VERIFICA IN DIREZIONE TRASVERSALE	67
12	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ	68
12.1	VERIFICA DELLA ROTAZIONE DEGLI APPOGGI	68
12.2	VERIFICA DELLO SGHEMBO	68
12.3	VERIFICA DELLA FRECCIA PER CARICHI DINAMIZZATI	69
13	VERIFICHE SBALZO	70
13.1	VERIFICHE ALL'URTO	75
14	REAZIONI AGLI APPOGGI	76
14.1	REAZIONI PER SINGOLE CONDIZIONI DI CARICO	76
14.2	INVILUPPI DELLE COMBINAZIONI DI CARICO	86
15	VERIFICA DEI GIUNTI	94
16	RITEGNI	95
16.1	RITEGNI TRASVERSALI	95
16.2	RITEGNI LONGITUDINALI	100
17	CALCOLO INCIDENZA	105

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 5 di 105

1 **PREMESSA**

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'impalcato del viadotto ferroviario denominato SL01 e previsto nell'ambito della "Progettazione esecutiva del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite, relative alla TRATTA TAV NAPOLI - CANCELLO".

Il viadotto si sviluppa dalla progressiva 6+349.93 alla progressiva 6+365.43, per una luce netta di 15.5 m, con schema a campata unica.

La tipologia costruttiva dell'impalcato è a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo.

Le analisi, condotte nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti per l'opera, sono state svolte sulla base delle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009 n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Si evidenzia che ai fini dell'analisi dell'impalcato e quindi della determinazione dello stato di sollecitazione e di deformazione per effetto delle azioni di progetto, pur essendo applicabile il metodo semplificato con dimensionamento da tabelle (par. 2.9.3 della *Specifiche RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*), si è proceduto ad una modellazione agli elementi finiti della struttura.

Nei paragrafi successivi si riportano le modellazioni, le analisi e le verifiche strutturali condotte.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 6 di 105			

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'impalcato del viadotto ferroviario "SL01" inserito tra la progressiva 6+349.93 e la progressiva 6+365.43.

Nel seguito si riporta:

- La descrizione dell'opera;
- I documenti di riferimento;
- Le caratteristiche dei materiali utilizzati;
- L'analisi dei carichi;
- Le combinazioni di carico;
- I modelli di calcolo;
- L'analisi strutturale;
- Le verifiche di resistenza.

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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	7 di 105

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto ha una lunghezza complessiva di 16.30 m e presenta un'unica campata con luce di calcolo di 15.50 m e schema in semplice appoggio.

L'impalcato ha una larghezza di 13.70 m, tale da consentire la disposizione nella parte centrale di n. 2 binari (tratta ordinaria Cancellò – Napoli) e di due sbalzi alle estremità.

Su ciascuno dei due sbalzi sono presenti cordoli in c.a. di larghezza 0.82 m sui quali è previsto un parapetto metallico.

Dal punto di vista strutturale, la tipologia costruttiva dell'impalcato è a travi in acciaio a doppio T incorporate nel calcestruzzo. Le travi sono costituite da profili laminati HEA900 disposti ad un interasse di 0.513 m, con getto in calcestruzzo, al di sopra della piattabanda, di spessore variabile tra 10 cm e 16 cm, al fine di garantire la pendenza trasversale dell' 1.50%. La parte superiore delle travi è quindi totalmente immersa nel calcestruzzo mentre l'ala inferiore è a vista e trattata con vernice protettiva. Trasversalmente le travi sono collegate da barre passanti attraverso le anime, di diametro $\phi 22$ e $\phi 30$, inoltre, a getto avvenuto, è prevista una post tensione con barre tipo Diwidag.

L'impalcato presenta 20 travi e, in corrispondenza di ciascuna trave, alle due estremità della stessa, sono disposti gli apparecchi di appoggio in acciaio-teflon, che sono quindi in totale 40. Rispetto alle azioni/deformazioni longitudinali, lo schema di vincolo è quello con una spalla (S1) fissa e l'altra spalla (S2) mobile. In trasversale invece l'impalcato è vincolato su entrambe le spalle.

Sulla spalla fissa (S1), sono presenti 10 vincoli fissi, concentrati nella zona centrale dell'impalcato, in una fascia di circa 4.62m.

Ai suddetti 10 vincoli fissi sulla spalla fissa (S1), corrispondono altrettanti vincoli unidirezionali-longitudinali sulla spalla mobile (S2).

I restanti vincoli sulle spalle sono invece di tipo multidirezionale.

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> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. 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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 8 di 105

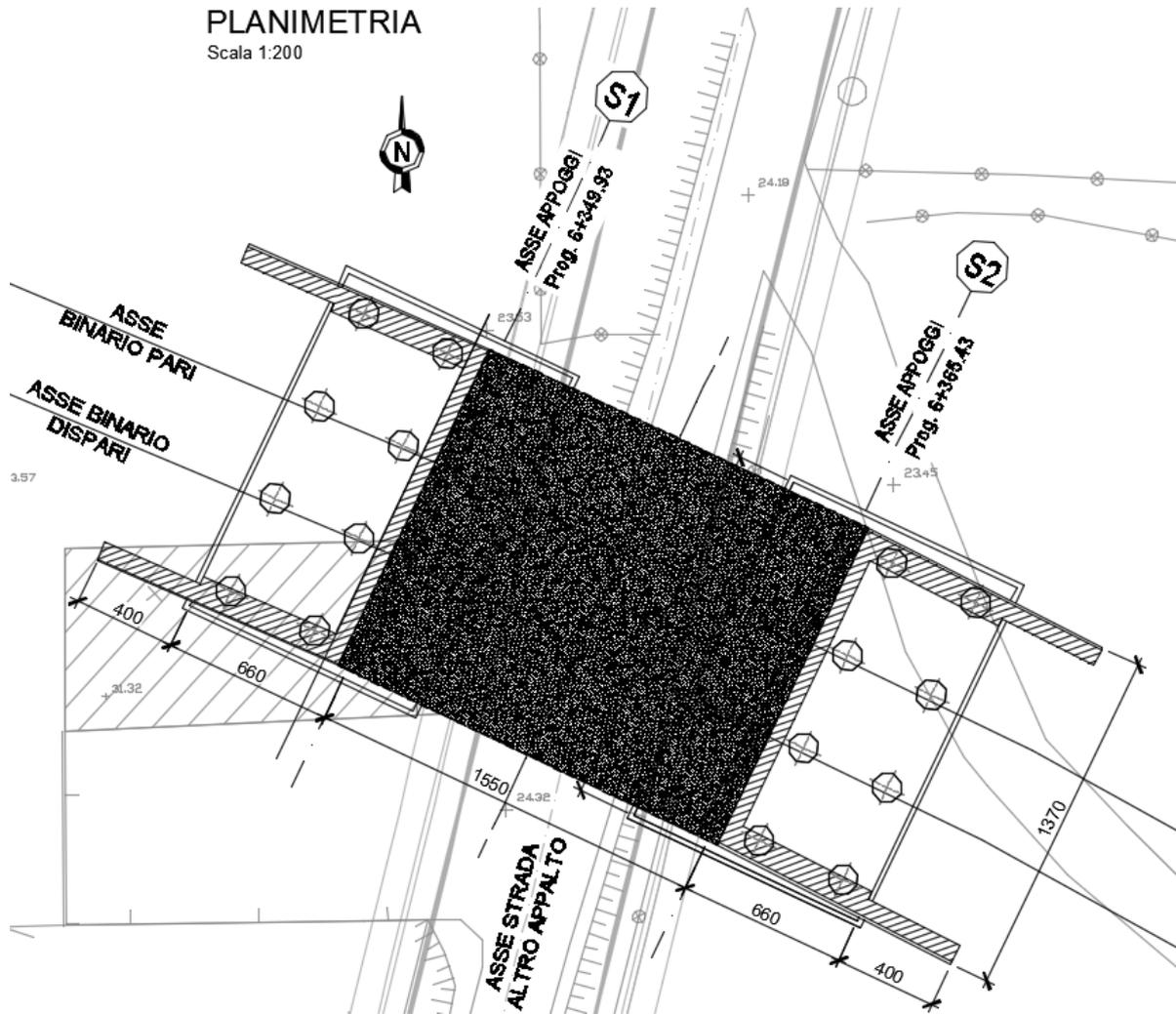


Figura 1 – Stralcio planimetrico

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 9 di 105

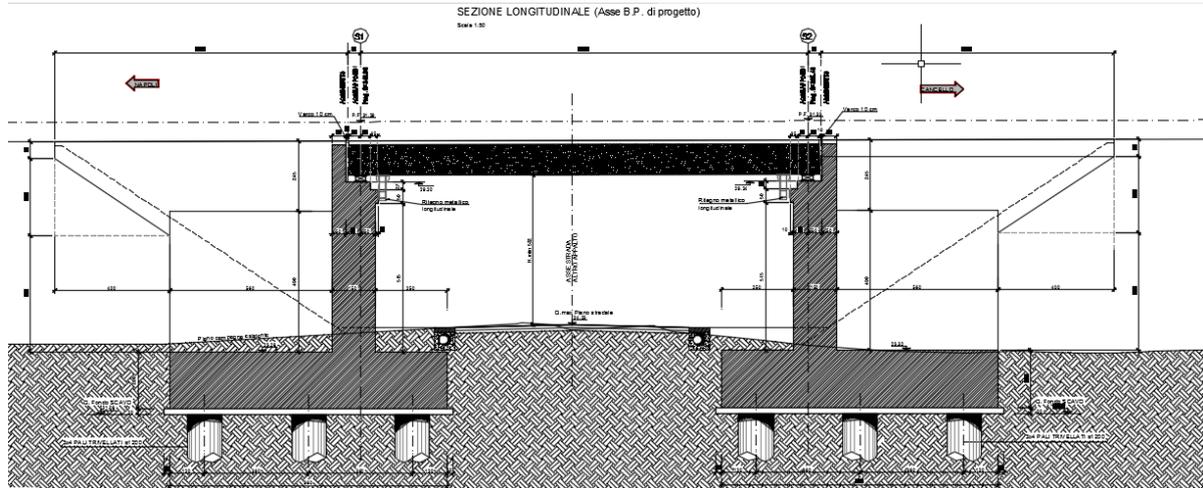


Figura 2 – Sezione longitudinale

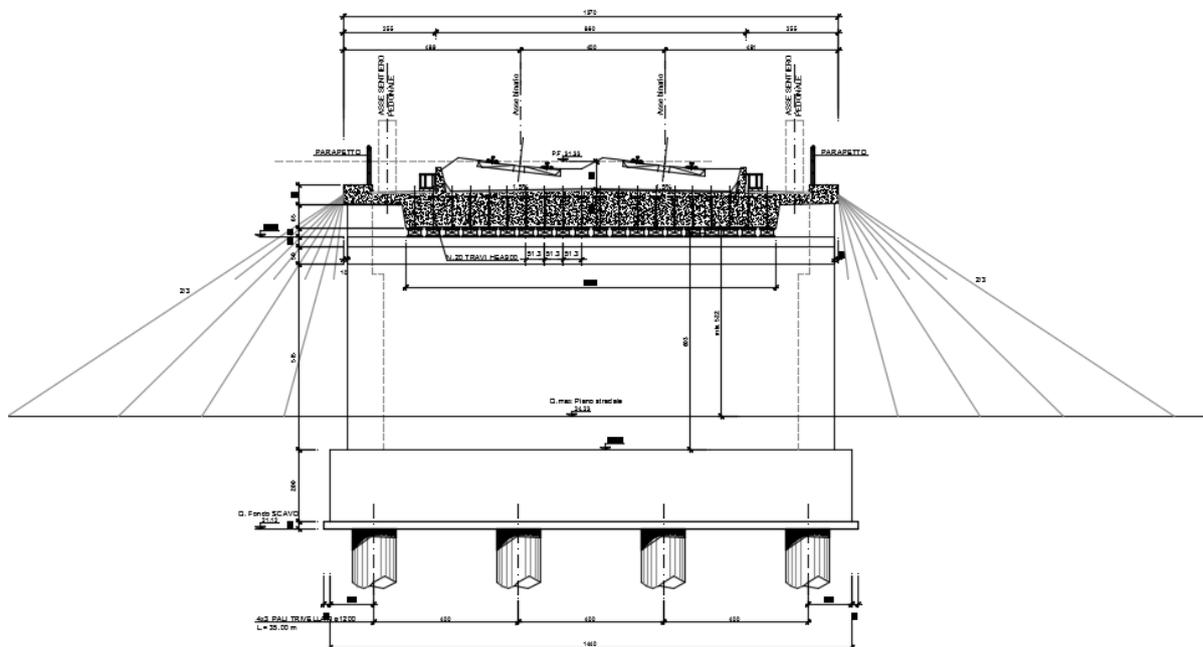


Figura 3 – Sezione trasversale

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 10 di 105

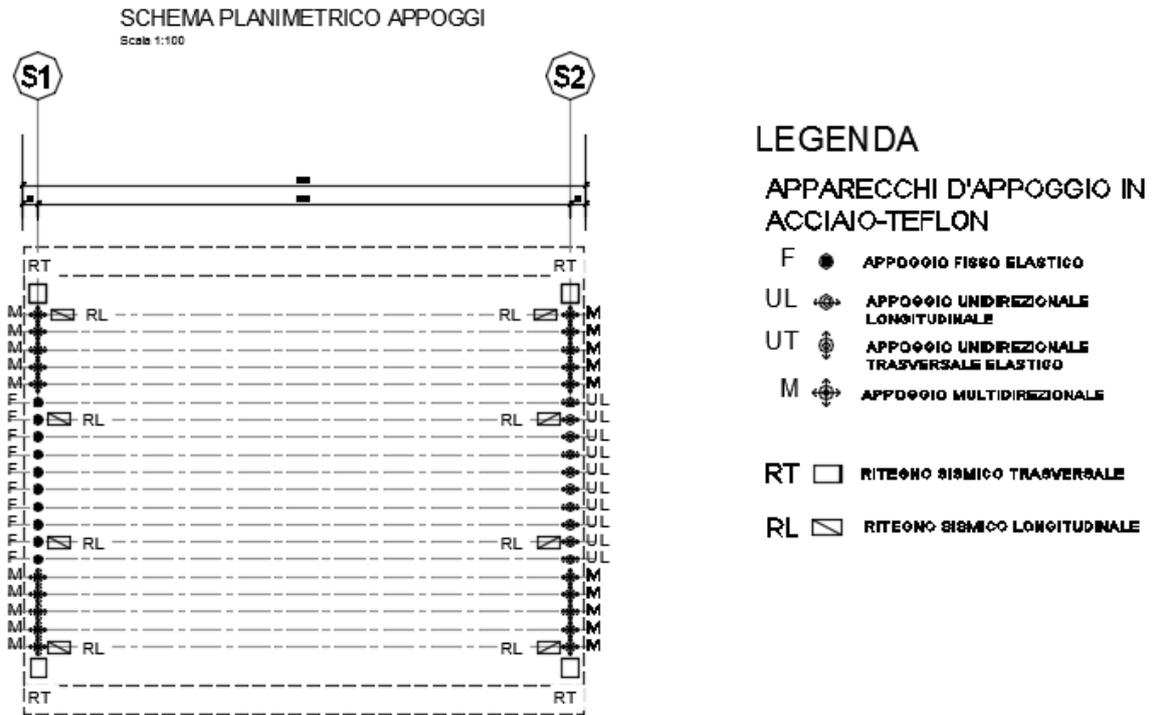


Figura 4 – Schema apparecchi di appoggio

Per ulteriori dettagli sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	11 di 105

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Si riporta nel seguito l'elenco delle normative e delle specifiche, assunti come riferimento per la progettazione:

- 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;
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili” del 30.12.2016;
- RFI DTC INC PO SP IFS-001-A “Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”;
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A “Specifiche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprighiunti negli impalcati ferroviari e nei cavalcavia”;
- RFI DTC INC PO SP IFS 006 A “Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie”;
- Regolamento (UE) N.129912014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità (STI) per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- Carichi ferroviari conformi alle STI e di conseguenza alle EN 1991-2:2003/AC:2010.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 13 di 105

momento inerzia: $J_p = 422075 \text{ cm}^4$

modulo resistenza elastico: $W_p = 9485 \text{ cm}^3$

momento statico $S_{xp} = 5248 \text{ cm}^3$

peso unitario: $P_p = 2.516 \text{ kN/m}$

I tiranti trasversali di collegamento tra le travi sono in acciaio di qualità S235 come definiti dalla UNI EN 10025.

5.4 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

In accordo con il D.M. 14/01/2008 (Tabella 4.1.III), in funzione delle condizioni ambientali si definiscono la classe di esposizione del calcestruzzo:

- Soletta di impalcato: XC4;

I copriferri da adottare sono per le barre di armatura sono i seguenti:

- Impalcato: 40 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2015*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o 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;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

In definitiva, nel caso in esame, per la soletta di impalcato si adotta il limite w_1 in quanto ricade in condizioni ambientali aggressive (classe XC4).

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 14 di 105

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si definiscono in dettaglio i carichi considerati per l'analisi dell'opera.

6.1 CARICHI PERMANENTI

I pesi propri strutturali e non strutturali agenti sull'impalcato sono riassunti qui di seguito:

IMPALCATO

- peso travi in acciaio = $P_p / i_t = 4.9 \text{ kN/m}^2$
- peso calcestruzzo per annegamento travi = 22.66 kN/m^2
- peso sbalzo in c.a. ($s_{p_{medio}} 0.30 \text{ m}$) = 7.5 kN/m^2
- peso permanenti portati (ballast, armamento, ecc) = 16.0 kN/m^2
- peso muretti paraballast = $3.58 \times 2 \text{ kN/ml}$
- peso canaletta+impianti = $2.43 \times 2 \text{ kN/ml}$
- peso cordolo sullo sbalzo = $5.9 \times 2 \text{ kN/m}^2$
- peso (ipotetica) barriera = $16.0 \times 2 \text{ kN/ml}$
- peso finitura sulle banchine = 1.0 kN/m^2

6.2 AZIONI VARIABILI VERTICALI DA TRAFFICO

6.2.1 Azioni da traffico ferroviario

Per la valutazione delle azioni da traffico ferroviario sull'impalcato si è fatto riferimento a due distinti modelli di carico "teorici": il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW). Si precisa che, in relazione al modello di carico SW, si è fatto riferimento al solo modello di carico SW/2. Il modello SW/0 non è stato utilizzato in quanto la campata dell'impalcato presenta uno schema isostatico.

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 15 di 105

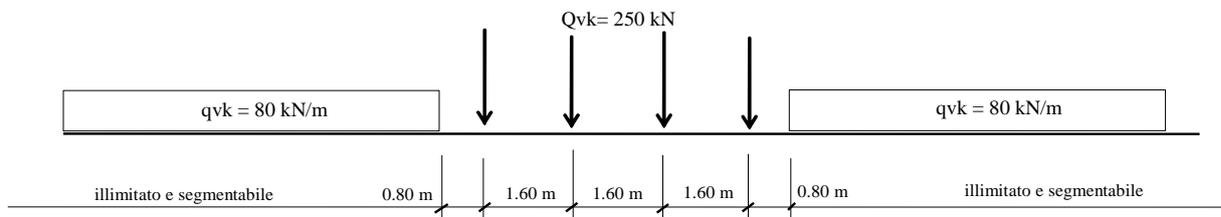


Figura 5 – Modello di carico LM71

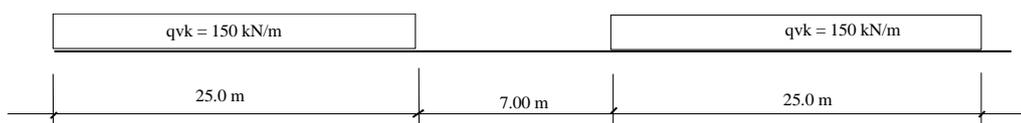


Figura 6 – Modello di carico SW/2

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai suddetti modelli di carico sono stati moltiplicati per il *coefficiente di adattamento "α"*, per il quale sono stati adottati i seguenti valori (tabella 2.5.1.4.1-1 della *Specifica RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*):

- Modello di carico LM71 coefficiente $\alpha = 1.10$
- Modello di carico SW/2 coefficiente $\alpha = 1.00$

6.2.2 Incremento dinamico

Trattandosi di ponte con velocità di percorrenza non superiore a 200 Km/h, con frequenza propria della struttura ricadente all'interno del prospetto indicato in figura 5.2.7 del D.M. 14/01/2008, si utilizzano i valori dei coefficienti dinamici definiti al paragrafo 5.2.2.3.3 D.M. 14/01/2008 per linee con ridotto standard manutentivo.

Il coefficiente di incremento dinamico si calcola quindi secondo l'espressione:

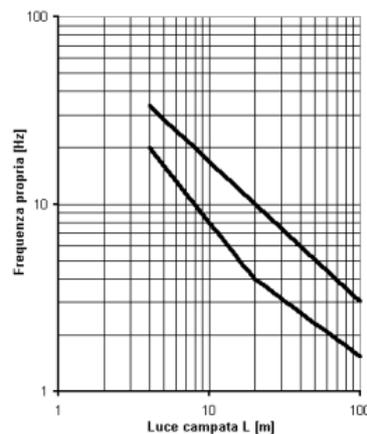
$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,73 \text{ con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

Per la campata con schema isostatico di luce $L = 15.50$ m, il coefficiente di incremento dinamico vale:

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 16 di 105

$$\Phi_3 = 1.31$$

È necessario calcolare la frequenza di vibrazione propria dell'impalcato ai fini di verificare l'affidabilità del coefficiente di incremento dinamico Φ_3 assunto nei calcoli. Essa consiste nell'accertare che la frequenza propria n_0 sia contenuta all'interno del fuso indicato in Fig. 5.2.7 del D.M. 14/01/2008.



Il limite superiore del fuso è: $L_{sf} = 94.76 \cdot L_b^{-0.748} = 12.2 \text{ Hz}$

Il limite inferiore del fuso è: $L_{if} = 80 / L_b = 5.16 \text{ Hz}$, per $4 \text{ m} \leq L_b \leq 20 \text{ m}$

La frequenza propria è determinata come:

$$n_0 = 17.75 / (\bar{\delta}_0)^{0.5}$$

dove:

$\bar{\delta}_0$ è la freccia massima (espressa in mm) sotto i soli carichi permanenti. Per la deformabilità dell'impalcato, il Manuale RFI prevede di portare in conto la rigidità del sistema misto acciaio-calcestruzzo. La freccia così calcolata è pari a:

$$\bar{\delta}_0 = 8.30 \text{ mm}$$

Ne consegue che la frequenza propria n_0 è pari a:

$$n_0 = 17.75 / (\bar{\delta}_0)^{0.5} = 6.16 \text{ Hz}$$

Si hanno i confronti: $n_0 = 6.16 < 9.39$ (verifica soddisfatta)

$$n_0 = 6.16 > 3.78 \text{ (verifica soddisfatta)}$$

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 17 di 105

6.2.3 Contemporaneità dei treni sui binari

L'analisi dell'impalcato è stata condotta prendendo in esame la contemporaneità di più treni (punto 5.2.3.1.2 del D.M. 14/01/20008) e considerato sia il traffico normale che il traffico pesante.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 SW/2
≥ 3	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Altri	-	0,75 (LM 71"+SW/0")	-

⁽¹⁾ LM71 "+" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Sono stati esaminati gli schemi previsti in presenza di un numero di binari pari a 2.

Gli effetti delle azioni sono stati valutati considerando i carichi e le forze disposti nelle posizioni più sfavorevoli, al fine di massimizzare le sollecitazioni cercate.

6.2.4 Carichi sui marciapiedi

Sui marciapiedi si considera un carico accidentale uniforme pari a 10 kN/m² dovuto alla presenza di personale autorizzato. Tale carico non è considerato concomitante con il passaggio dei convogli ferroviari e ad esso non è applicato il coefficiente di incremento dinamico.

6.3 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI DA TRAFFICO

6.3.1 Forza centrifuga (Q4)

Trattandosi di un impalcato al di sopra del quale i binari presentano un tracciato in curva si considera la forza centrifuga agente su tutta l'estensione dell'impalcato stesso.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina con la seguente espressione:

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 18 di 105

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

dove:

$Q_{tk} - q_{tk}$ è il valore caratteristico della forza centrifuga [kN – kN/m];

$Q_{vk} - q_{vk}$ è il valore caratteristico dei carichi verticali [kN – kN/m];

v è la velocità di progetto espressa in m/s.

V è la velocità di progetto espressa in km/h, considerata pari a 100 km/h per il carico SW2 e 130 km per il carico LM71;

f è un fattore di riduzione che dipende dalla velocità di progetto V e dalla lunghezza L_f di binario carico, posto pari a 1 a vantaggio di sicurezza;

g è l'accelerazione di gravità in m/s²;

r è il raggio di curvatura in m, pari a 470 m.

Per il modello di carico SW/2 la forza centrifuga per unità di lunghezza vale:

$$q = 25.13 \text{ kN/m}$$

Per il modello di carico LM71 la forza centrifuga per unità di lunghezza vale:

$q = 46.4 \text{ kN/m}$ per il tratto di lunghezza pari a 6.40m in cui sono applicate le 4 forze concentrate da 250 kN

$q = 23.76 \text{ kN/m}$ per il restante tratto in cui è applicato il carico uniforme da 80 kN/m.

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80m al di sopra del piano ferro.

L'eccentricità rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata dell'impalcato è pari a:

$$H_{FC} = 1.36 \text{ m} + 1.80 \text{ m} = 3.16 \text{ m}$$

e sarà applicata come eccentricità verticale ai carichi orizzontali distribuiti. Per fare ciò è stato introdotto nel modello un beam fittizio, al quale è stato possibile assegnare i carichi distribuiti per unità di lunghezza, considerando anche la relativa eccentricità rispetto al baricentro della sezione. Di seguito una schermata esemplificativa:

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	19 di 105

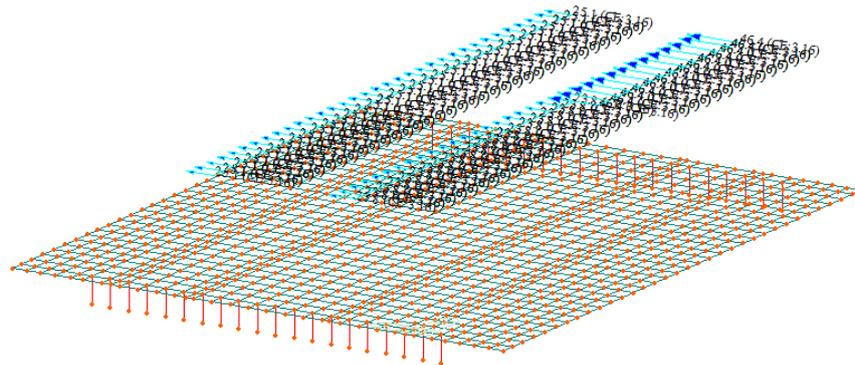


Figura 7 – Applicazione carico Q4

6.3.2 Serpeggio (Q5)

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 5.2.2.4.2 del D.M. 14/01/2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

Azione di serpeggio LM71: $F_{1,1} = 100 \cdot 1.1 = 110$ kN.

Azione di serpeggio SW/2: $F_{1,2} = 100$ kN.

6.3.3 Frenatura / Avviamento (Q3)

Le azioni di avviamento e frenatura agiscono sulla sommità del binario in direzione longitudinale. I valori caratteristici da considerare sono:

- Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71, SW/2}$$

- Frenatura:

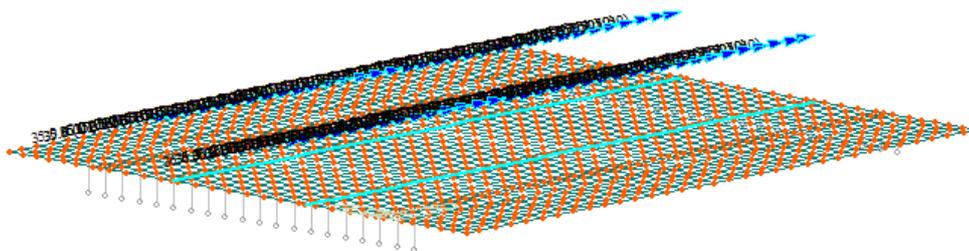
$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per modelli di carico LM71}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \quad \text{per modelli di carico SW/2}$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001		REV. B

Essendo in presenza di 2 binari (par. 5.2.2.4.3 del D.M. 14/01/2008), si considerano due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura.

I valori caratteristici delle azioni di avviamento e frenatura sono moltiplicati per i coefficienti di adattamento α ma non per i coefficienti di incremento dinamico Φ (par. 2.5.1.4.3.3 della *Specifica RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*).



Applicazione carico Q3

35.0 (CE:1.50)

36.3 (CE:1.50)



Caso 1: Avviamento B.P. – Frenatura SW/2 B.D.

36.3 (CE:1.50)

35.0 (CE:1.50)



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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 21 di 105

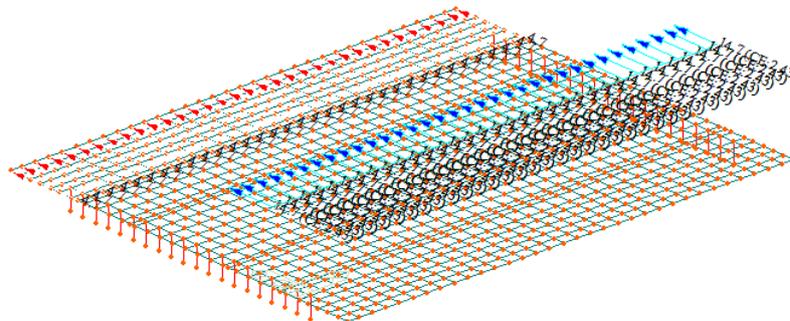
Caso 1: Avviamento B.D. – Frenatura SW/2 B.P.

6.4 AZIONE DEL VENTO (Q6)

- **Ponte carico**

Si applica, in modo molto cautelativo, una azione statica equivalente pari a 2.5 kN/mq, come da Progetto definitivo. Tale pressione agisce sull'impronta esposta al vento della struttura (comprensiva di parapetto) e del treno, individuato come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4 m dal P.F.

Nel modello di calcolo l'azione del vento è stata assegnata, al beam fittizio, come un carico distribuito per unità di lunghezza di valore pari a 14.68 kN/m (superficie totale investita di altezza pari a 5.87 m) applicato con un'eccentricità pari a 2.43 m rispetto al piano baricentrico dell'impalcato.



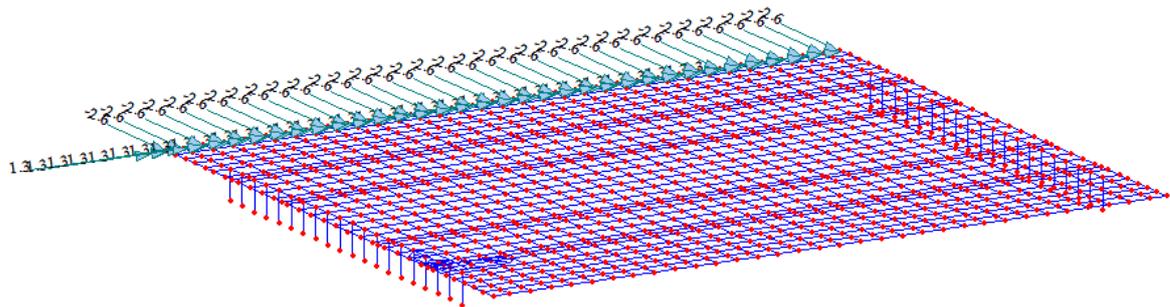
Azione del vento applicata nel modello di calcolo dell'impalcato (ponte carico)

- **Ponte scarico**

Si applica una azione statica equivalente pari a 2.5 kN/mq. Tale pressione agisce sull'impronta esposta al vento della struttura, compresa l'area piena dei parapetti, di altezza pari a 2.05 m. Sarà applicato un carico di 5.12 KN/m, con eccentricità di 0.49 rispetto al baricentro dell'impalcato. Il crico andrà assegnato ai nodi terminali della solette, per cui

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 22 di 105

essendo la mesh da 50cm, si hanno forze da 2.56 kN e momenti torcenti da 1.25 kN/m in ogni nodo.



Azione del vento applicata nel modello di calcolo dell'impalcato (ponte scarico)

Si rimanda alle combinazioni di carico per maggiori dettagli sui singoli scenari di carico della struttura.

6.5 RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI (Q7)

Gli effetti dell'attrito sono valutati applicando, in corrispondenza degli appoggi scorrevoli in direzione longitudinale, forze orizzontali pari al prodotto tra un coefficiente di attrito e le reazioni verticali dovute ai carichi permanenti (V_G) ed ai carichi variabili (V_Q). Nel caso in esame si assume un coefficiente di attrito pari al 4%.

6.6 AZIONI ECCEZIONALI

6.6.1 Deragliamento al di sopra del ponte

Si considera l'eventualità che un locomotore o un carro pesante deragli, esaminando separatamente le due seguenti situazioni di progetto:

Caso 1: si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60$ kN/m (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Tali carichi sono posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 m. Trasversalmente i carichi distano fra loro di S (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12 del Manuale RFI.

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 23 di 105
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

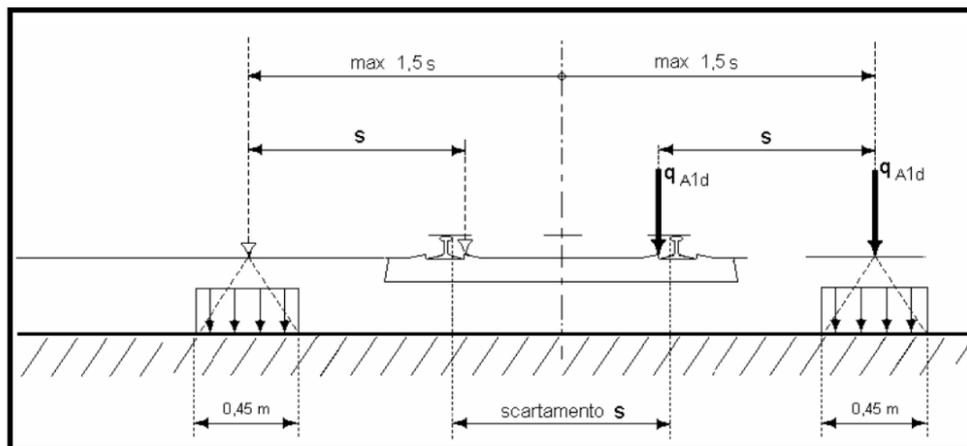
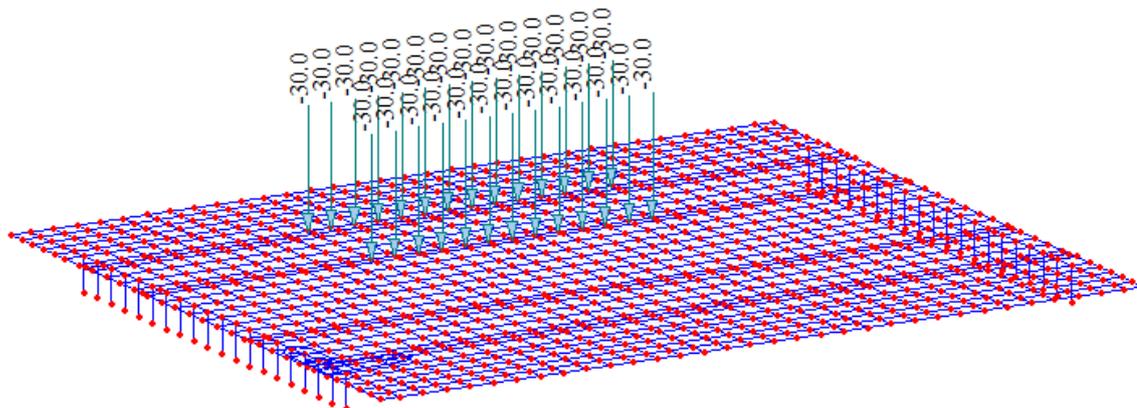


Figura 5.2.12 - Caso 1

Il carico viene assegnato nel modello mediante forze concentrate che, avendo i nodi interasse long. pari a 50cm, saranno pari a $60 \times 0.5 = 30 \text{ kN}$.



Deragliamento-Caso1

Caso 2: si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1.4 = 112.00 \text{ kN/m}$ esteso per 20.00 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di 1,5 s rispetto all'asse del binario (Fig. 5.2.13 del Manuale RFI). Per questa condizione convenzionale di carico va verificata la stabilità globale dell'opera, come il ribaltamento d'impalcato, il collasso della soletta, ecc.

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B PAGINA 24 di 105

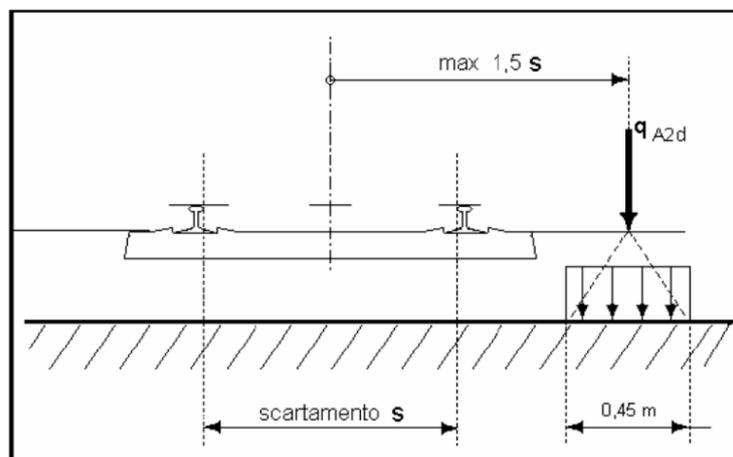
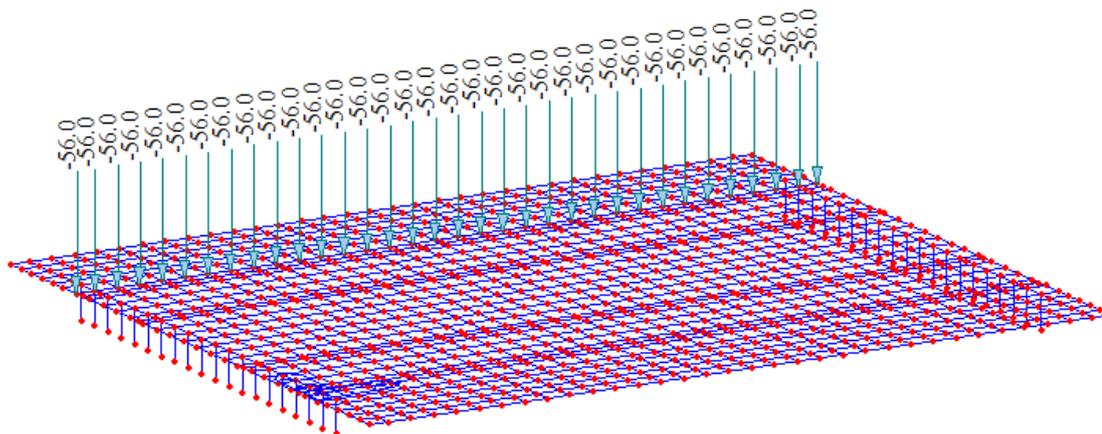


Figura 5.2.13 - Caso 2

Anche in questo caso il carico viene assegnato nel modello mediante forze concentrate che, avendo i nodi interasse long. pari a 50cm, saranno pari a $112 \times 0.5 = 56 \text{ kN}$.



Azione del deragliamento applicato a 1.5s dall'asse binario – Caso 2

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 25 di 105

6.7 AZIONI SISMICHE

L'azione sismica è stata calcolata in funzione dei dati sismici di progetto considerati. Nella fattispecie, assegnando all'opera in esame una vita nominale $V_N=75$ anni ed una classe d'uso III con $C_U=1.5$, dando luogo ad un periodo di riferimento $V_R=V_N \cdot C_U=112.5$ anni, in funzione della latitudine e della longitudine del sito in esame, si ottengono i seguenti parametri di pericolosità sismica:

LONGITUDINE	LATITUDINE
14.34517	40.93784

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.071	2.347	0.324
SLD	113	0.091	2.355	0.336
SLV	1068	0.216	2.470	0.358
SLC	2193	0.266	2.559	0.360

Figura 8 – Parametri di pericolosità sismica di base

In accordo con il D.M. 14/01/2008, la categoria di sottosuolo è la C e si adotta una categoria topografica di tipo T1 per cui si ottengono:

- $S_s = 1,38$ (coefficiente di amplificazione stratigrafica)
- $S_t = 1,00$ (coefficiente di amplificazione topografica)

L'accelerazione verticale al suolo, allo SLV, è pari a $a_{gv}=0,137g$

Per la determinazione delle escursione di giunti e appoggi, nonché per il dimensionamento dei dispositivi di ritegno è stato considerato, in via cautelativa, lo Stato Limite di Collasso (SLC).

Si riportano di seguito gli spettri di progetto.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 26 di 105

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLD

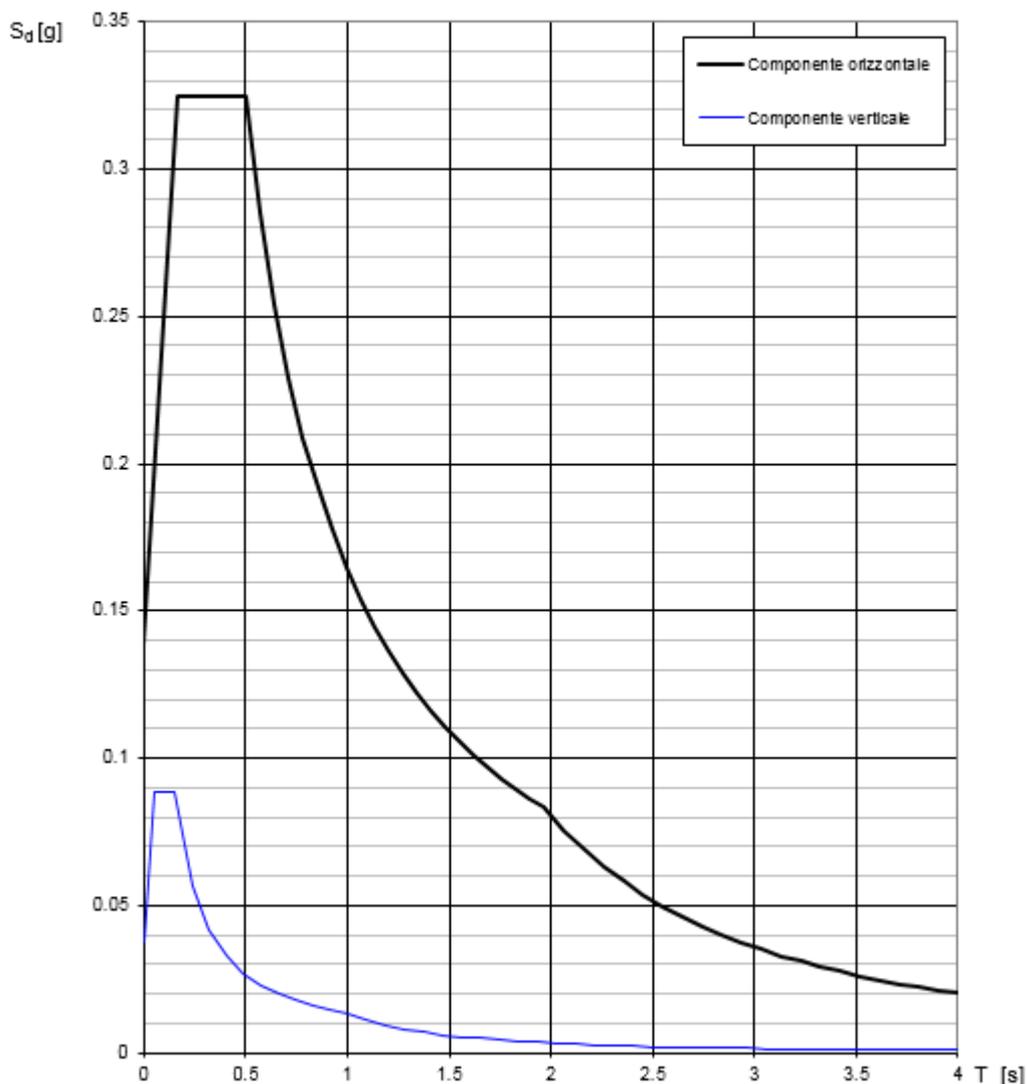


Figura 9 – Spettri SLD

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 27 di 105
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV

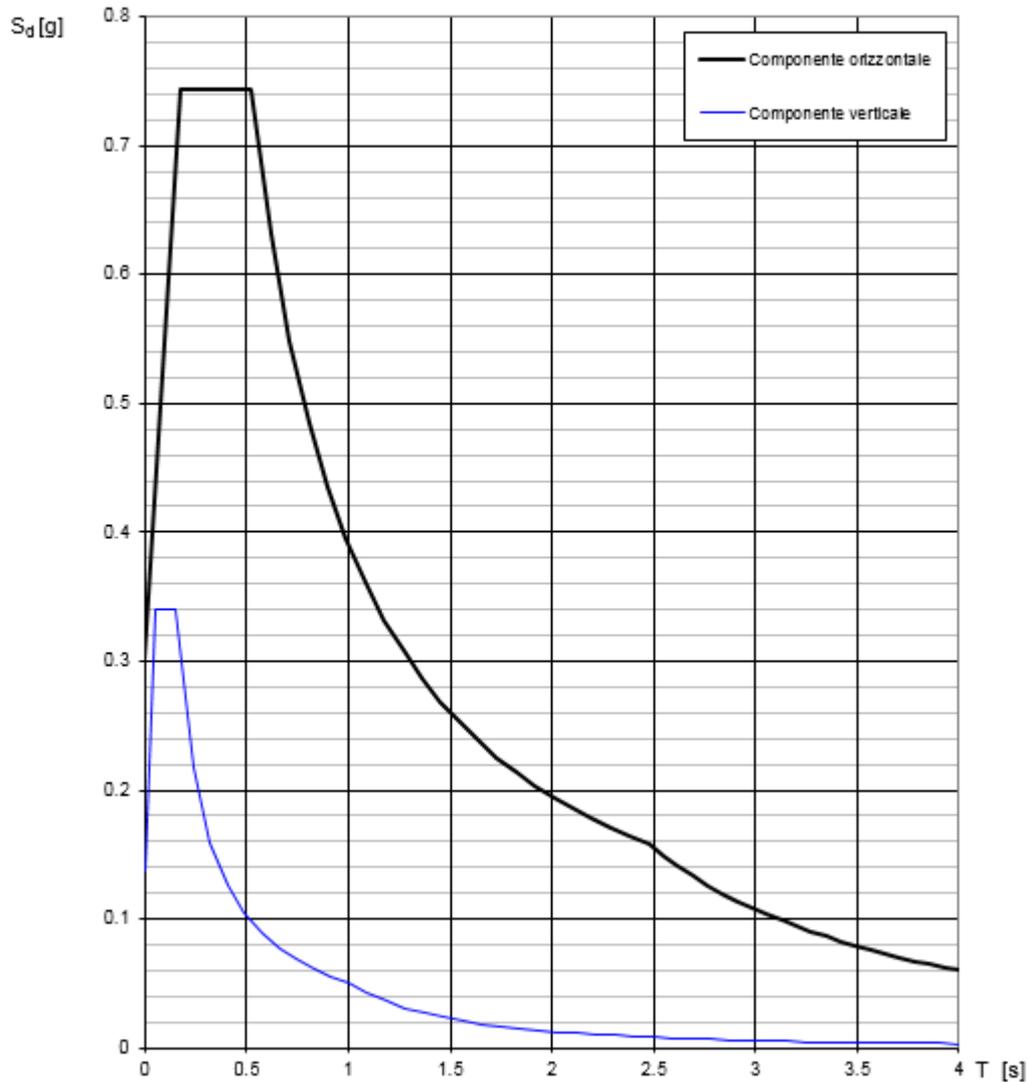


Figura 10 – Spettri elastici SLV

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 28 di 105

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV

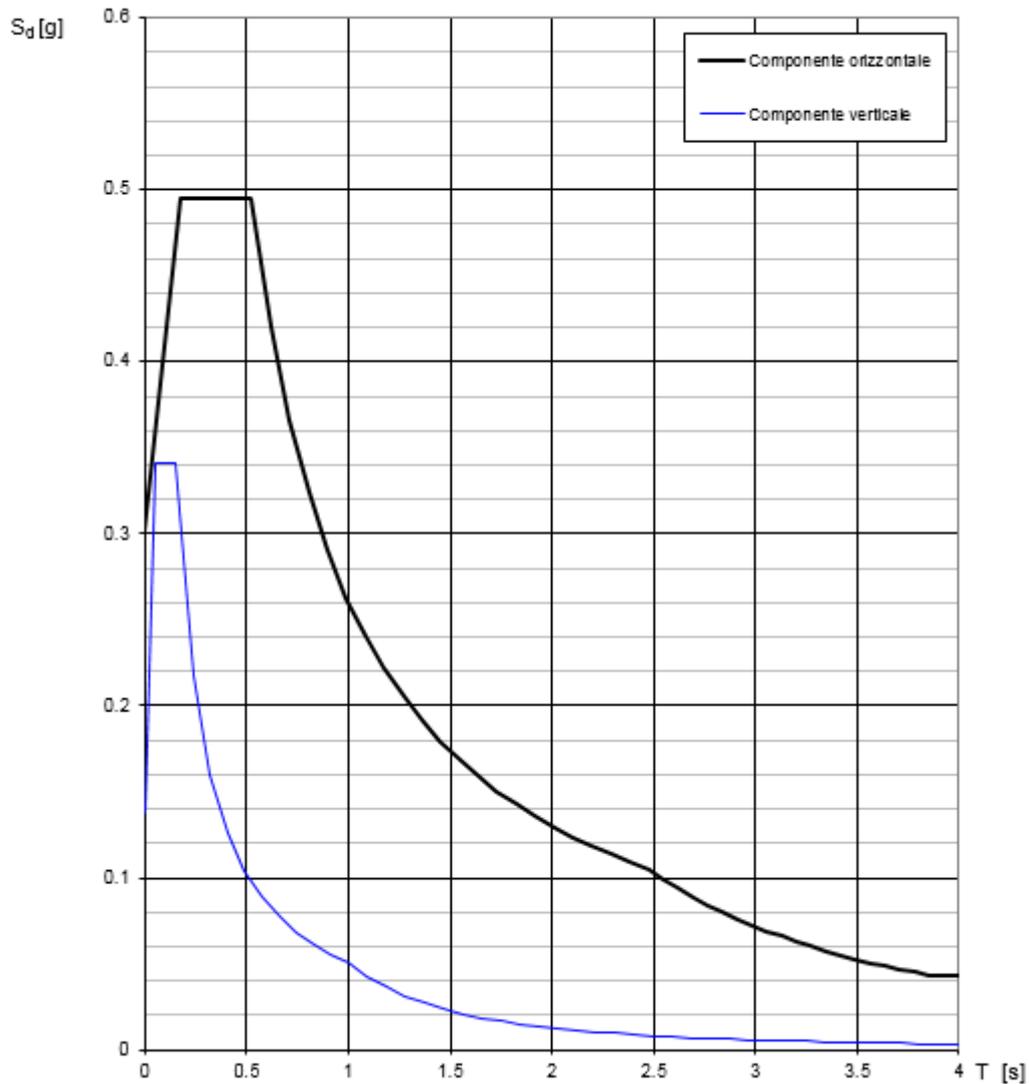


Figura 11 – Spettri SLV (q=1.5 orizzontale)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 29 di 105

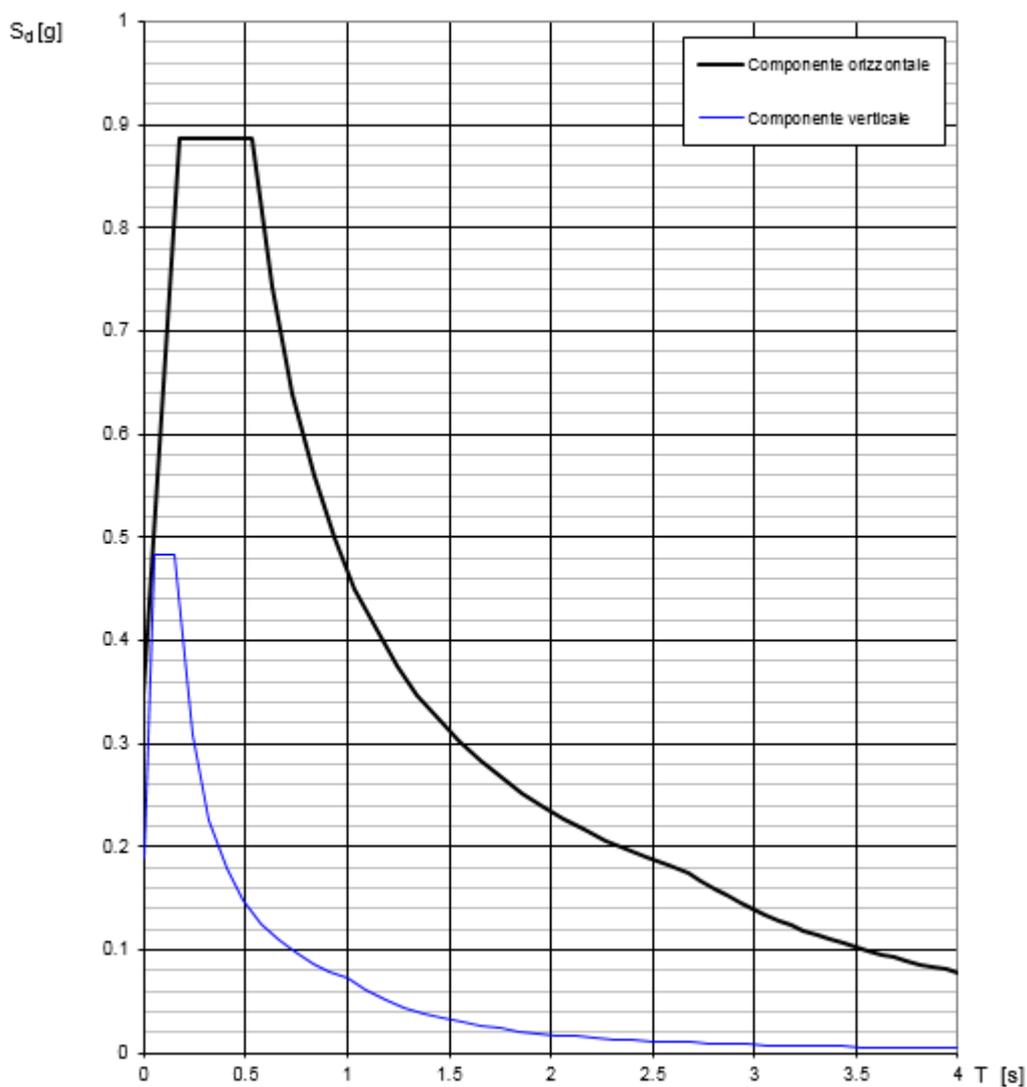


Figura 12 – Spettri SLC

Nel calcolo della massa sismica eccitata durante l'evento sismico, si tiene conto del 20% della massa da carico variabile da traffico. Di seguito una schermata del software 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					
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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 30 di 105

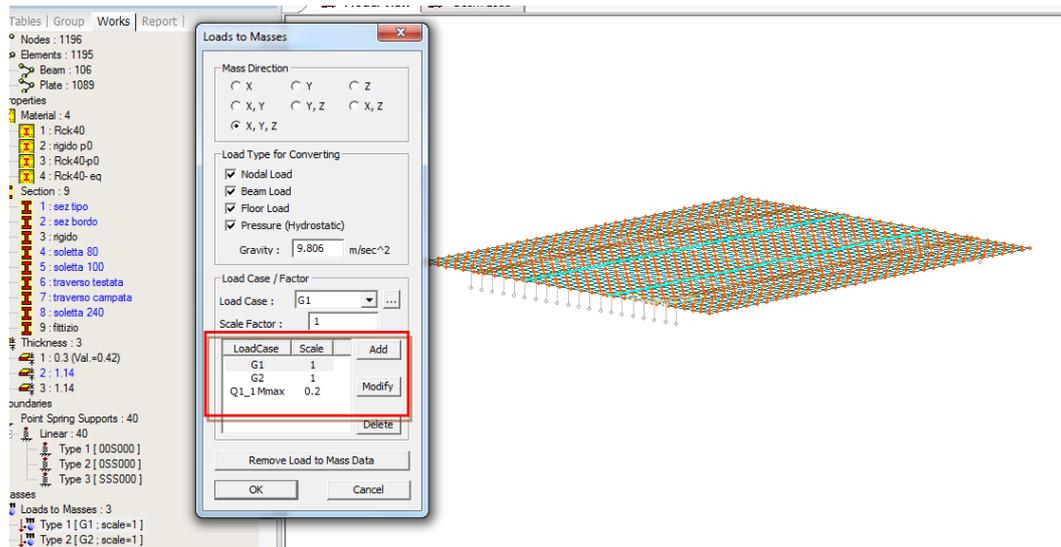


Figura 13 – Inserimento massa sismica

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B PAGINA 31 di 105

7 COMBINAZIONI DI CARICO

7.1 SIMULTANEITÀ DELLE AZIONI DA TRAFFICO

La simultaneità delle azioni da traffico è tenuta in conto considerando i gruppi di carico definiti nella tabella 5.2.IV del D.M. 14/01/2008. Ciascun gruppo di carico, da considerare come singola azione variabile caratteristica, è combinata con le altre azioni non da traffico.

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO Gruppo di carico	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo.2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

In base alla vigente normativa, per la definizione delle azioni di calcolo agli stati limite ultimi, a partire dalle condizioni di carico elementari, sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazioni fondamentali delle azioni per le verifiche agli stati limite ultimi:

$$F_d = \gamma_{g1} \cdot G_1 + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- combinazioni sismiche:

$$F_d = E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 32 di 105

avendo assunto per i coefficienti $\gamma_{g,1}$, $\gamma_{g,2}$ e $\gamma_{q,i}$ i valori riportati in tabella 5.1.V e per i coefficienti di combinazione Ψ_{0i} e Ψ_{2i} quelli riportati nelle tabelle 5.1.VI e 5.1.VII delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 33 di 105
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

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	gr_1	$0,80^{(2)}$	$0,80^{(1)}$	0,0
	gr_2	$0,80^{(2)}$	$0,80^{(1)}$	-
	gr_3	$0,80^{(2)}$	$0,80^{(1)}$	0,0
	gr_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.

Tabella 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

	Azioni	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	$0,80^{(3)}$	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	$0,80^{(3)}$	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	$0,0^{(3)}$	0,80	0,0
	Treno scarico	$1,00^{(3)}$	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	$1,00^{(3)}$	0,80	0,0

(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) Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) 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.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 34 di 105

7.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per la definizione delle azioni di calcolo agli Stati Limite di Esercizio, a partire dalle condizioni di carico elementari, sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazioni caratteristiche rare: $F_d = G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$
- combinazioni quasi permanenti: $F_d = G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 35 di 105

8 CRITERI DI VERIFICA

8.1 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) PER GLI ELEMENTI IN C.A.

8.1.1 Criteri di verifica per elementi soggetti a flessione e/o sforzo normale

Per la valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali in c.a. nei confronti di flessione e sforzo normale, si adottano le seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
- resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile;
- rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono dedotte, a partire dalle deformazioni, utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per il calcestruzzo si adopera un diagramma di calcolo tensione-deformazione di tipo parabola-rettangolo.

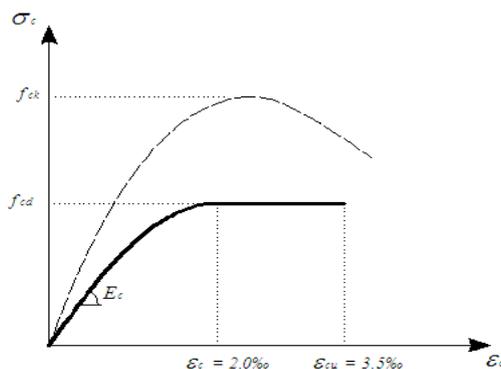


Figura 14 – Diagramma tensione-deformazione di progetto del calcestruzzo

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 36 di 105

La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo f_{cd} è:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

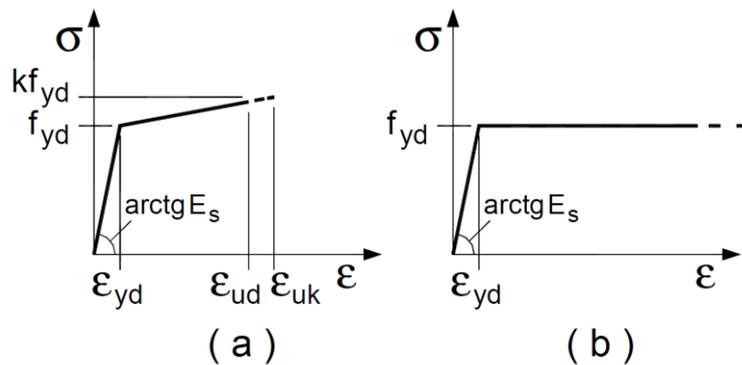
In cui:

α_{cc} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata ed è pari a 0.85;

f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni;

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo ed è pari a 1.5.

Per le armature in acciaio si assume un diagramma di calcolo tensione-deformazione bilineare finito con incrudimento (a), o (b) elastico-perfettamente plastico indefinito.



La resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio f_{yd} è:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

in cui:

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio;

γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio ed assume il valore 1.15.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 37 di 105

Con riferimento alla sezione soggetta a sforzo normale e momento flettente, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

8.1.2 Criteri di verifica per elementi soggetti a taglio

8.1.2.1 Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

Per elementi sprovvisti di armature trasversali resistenti a taglio, la resistenza a taglio V_{Rd} viene valutata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

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

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}} \leq 2;$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}};$$

e dove:

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B
				PAGINA 38 di 105		

d è l'altezza utile della sezione;

$\rho_l = \frac{A_{sl}}{(b_w \cdot d)}$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale;

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c}$ è la tensione media di compressione della sezione;

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

In corrispondenza degli appoggi, è necessario disporre un quantitativo di armatura longitudinale a cui affidare l'assorbimento degli sforzi provocati dal taglio dovuti all'inclinazione (assunta pari a 45°) delle fessure rispetto all'asse della trave.

8.1.2.2 *Elementi con armature trasversali resistenti a taglio*

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio viene valutata sulla base di un'adeguata schematizzazione a traliccio. 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;

V_{Rd} è il valore della resistenza a taglio dell'elemento assunto pari al minore tra la resistenza di calcolo a "taglio trazione" e la resistenza di calcolo a "taglio compressione".

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B
				PAGINA 39 di 105		

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) \cdot sen \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(ctg \alpha + ctg \theta)}{1 + ctg \theta^2}$$

dove:

A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;

α è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

θ è l'inclinazione dei puntoni compressi in cls rispetto all'asse della trave e deve essere tale da rispettare i seguenti limiti:

$$1 \leq cotg \theta \leq 2.5$$

f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$)

α_c è un coefficiente maggiorativo pari ad 1 per membrature non compresse.

8.1.2.3 Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffusive e nei nodi

Il D.M. 2008 al punto 4.1.2.1.5 precisa che le verifiche di sicurezza possono essere condotte con riferimento a schematizzazioni basate sull'individuazione di tiranti e puntoni.

Le verifiche di sicurezza dovranno necessariamente essere condotte nei riguardi di:

- -resistenza dei tiranti costituiti dalle sole armature (R_s);
- -resistenza dei puntoni di calcestruzzo compresso (R_c);
- -ancoraggio delle armature (R_b);

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 40 di 105

- -resistenza dei nodi (R_n);

Si rimanda ai paragrafi relativi a tali specifiche verifiche per i necessari riferimenti normativi (par. C.4.1.2.1.5 Circ. 617/2009).

8.1.2.4 Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti

Per la verifica di elementi strutturali soggetti a sollecitazioni torcenti deve risultare:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

in cui:

T_{Ed} rappresenta il valore di calcolo del momento torcente;

T_{Rd} rappresenta la resistenza di calcolo alla torsione.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Per questo schema resistente la resistenza di calcolo alla torsione può essere definita come la minore tra le resistenze valutate rispettivamente con riferimento al calcestruzzo, all'armatura trasversale e all'armatura longitudinale:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}; T_{Rsd}; T_{Rld})$$

-Verifica a torsione - compressione del conglomerato

Con riferimento al calcestruzzo, la resistenza di calcolo si definisce come:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot ctg \theta / (1 + ctg^2 \theta)$$

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 41 di 105

dove A è l'area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

t è lo spessore del profilo periferico che, per sezioni piene, si assume pari al rapporto tra l'area della sezione A_c ed il suo perimetro u .

8.1.2.5 -Verifica a torsione – trazione dell'armatura trasversale

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo si definisce come:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta$$

dove A_s è l'area dell'armatura trasversale (staffe);

s è il passo delle staffe.

-Verifica a torsione – trazione dell'armatura longitudinale

Con riferimento all'armatura longitudinale, la resistenza di calcolo si definisce come:

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot f_{yd} / ctg\theta$$

dove

$\sum A_l$ è l'area complessiva delle barre longitudinali;

u_m è il perimetro medio del nucleo resistente.

L'inclinazione delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$0.4 \leq ctg\theta \leq 2.5$$

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	42 di 105	

Nel caso in cui si riscontri la presenza di azioni torcenti significative ai fini della stabilità e del collasso di parti dell'opera, è necessario integrare le armature longitudinali, derivanti dalle verifiche di presso flessione, con le barre derivanti dal calcolo a torsione.

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, nel caso di presenza simultanea di sollecitazioni taglianti e torcenti, si dovrà verificare che:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$$

al fine di limitare lo stato di lavoro delle bielle compresse.

8.2 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) PER GLI ELEMENTI IN C.A.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

8.2.1 Verifiche a fessurazione

In accordo con il documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2015*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta f \leq w1=0.2$ mm per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta f \leq w2=0.3$ mm per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2018

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 43 di 105				

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante “calcolo diretto”, ai sensi del DM 14.1.2018, p.to. 4.1.2.2.4.6.

In definitiva, nel caso in esame, si adotta il limite w_1 sia per le elevazioni, che per pali e plinti in quanto le prime ricadono in condizioni ambientali aggressive (classe XC4), mentre i secondi sono elementi a permanente contatto con il terreno.

8.2.2 Verifiche tensionali

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche “Rara” e “Quasi Permanente”; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo “non reagente” adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento “Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC SI MA IFS 001 A”, ovvero:

- *Tensioni di compressione del calcestruzzo*

$\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ allo Stato Limite di Esercizio in condizioni Rare;

$\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ allo Stato Limite di Esercizio in condizioni Quasi Permanenti;

Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

- *Tensioni di trazione nell'acciaio*

$\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ allo Stato Limite di Esercizio in condizioni Rare.

Per il caso in esame risulta in particolare:

- **CALCESTRUZZO C32/40**

$\sigma_{cmax\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 13.28 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{cmax\ R} = (0,55 f_{ck}) = 18.26 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

- **ACCIAIO**

$\sigma_{s\ max} = (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa}$ Combinazione di Carico Caratteristica (Rara)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 44 di 105				

8.3 CRITERI DI VERIFICA PER GLI ELEMENTI IN ACCIAIO

Le verifiche sono svolte utilizzando il metodo elastico, controllando la tensione ideale con il seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed} \cdot \sigma_{x,Ed} + 3 \cdot \tau_{Ed}^2 \leq \left(f_{yk} / \gamma_{M0} \right)^2.$$

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 45 di 105

9 **MODELLI DI CALCOLO**

9.1 **DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO**

L'analisi strutturale dell'impalcato è stata condotta mediante una modellazione agli elementi finiti con l'utilizzo del software di calcolo *Midas Gen* prodotto da *Midas Information Technology Co., Ltd.*

Trattandosi di impalcati a travi incorporate, essi sono stati modellati mediante elementi bidimensionali di tipo "*plate*" in grado di simulare il comportamento di una piastra ortotropa. In direzione longitudinale è stato infatti assegnato ai *plate* uno spessore equivalente ottenuto imponendo l'uguaglianza tra l'inerzia della sezione mista e quella di una sezione equivalente in calcestruzzo, assumendo un coefficiente di omogeneizzazione $n=6$; in direzione trasversale è stato invece assegnato lo spessore reale della sezione in calcestruzzo. Agli elementi *plate* è stato inoltre assegnato un materiale "*concrete*" (calcestruzzo) con peso dell'unità di volume equivalente pari a 28.50 kN/m^3 al fine conferire all'impalcato un peso equivalente a quello della sezione mista.

I dispositivi di appoggio sono stati modellati con vincoli elastici nelle 3 direzioni al fine di simulare la tipologia del singolo dispositivo utilizzato (appoggio fisso, unidirezionale o multidirezionale).

Il collegamento tra la mezzera della soletta di impalcato ed i dispositivi di appoggio è stato realizzato mediante l'inserimento di elementi verticali rigidi.

I risultati ottenuti sono stati validati mediante verifiche manuali e confronti con risultati ottenuti su modelli semplificati.

Si precisa che, in accordo con il Manuale RFI, i muretti paraballast sono giuntati ogni 3 m. Tali elementi, pertanto, non contribuiscono all'inerzia flessionale dell'impalcato.

Si riportano alcune immagini del modello di calcolo implementato.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 46 di 105

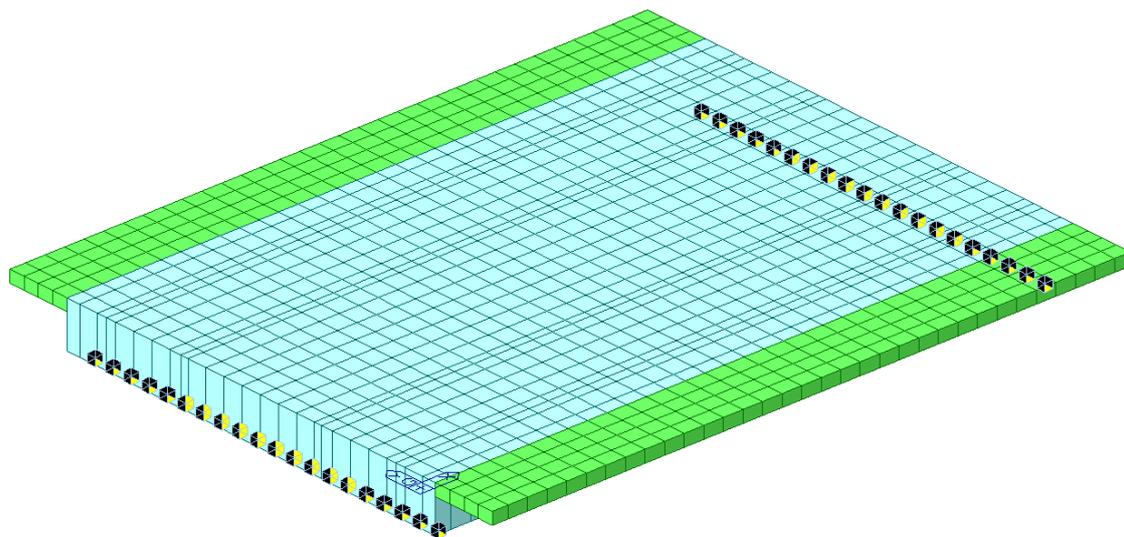


Figura 15 – Vista 3D del modello di calcolo dell'impalcato

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B PAGINA 47 di 105

9.2 CARICHI ASSEGNATI

Il peso proprio degli elementi resistenti dell'impalcato è calcolato in automatico dal software di calcolo a partire dalla geometria e dal peso dei materiali assegnati. In particolare, per la definizione del solettone, è stato definito un materiale che tenga conto del peso calcestruzzo armato e delle travi in esso annegate. Il peso specifico equivalente della struttura risulta pari a 28.50 kN/m^3

Le azioni permanenti e le azioni da traffico ferroviario sono assegnate come carichi per unità di superficie (*pressure loads*). Si evidenzia che per le azioni da traffico si è considerato l'effetto della diffusione dei carichi attraverso il ballast e attraverso la soletta di impalcato (fino a quota piano medio della stessa), secondo quanto riportato al par. 5.2.2.3.1.4 del D.M. 14/01/2008.

Più in dettaglio per la distribuzione delle azioni da traffico attraverso il ballast si è fatto riferimento alle seguenti indicazioni

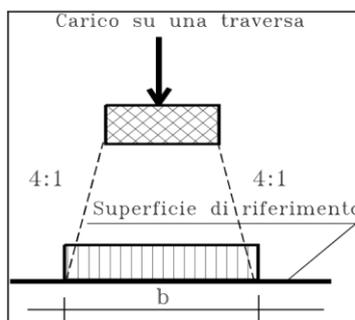


Figura 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast.

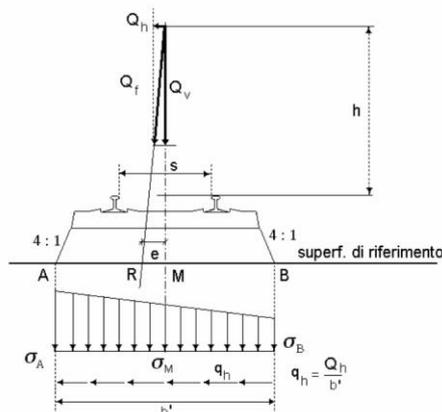


Figura 5.2.5 - Distribuzione trasversale in rettilineo delle azioni per mezzo delle traverse e del ballast

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 48 di 105
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

mentre per la diffusione attraverso la soletta si è considerata una ripartizione a 45° dalla superficie di estradosso fino al piano medio della soletta stessa.

Si precisa che i muretti paraballast, sono giuntati ogni 3m, per cui costituiscono solo un peso applicato.

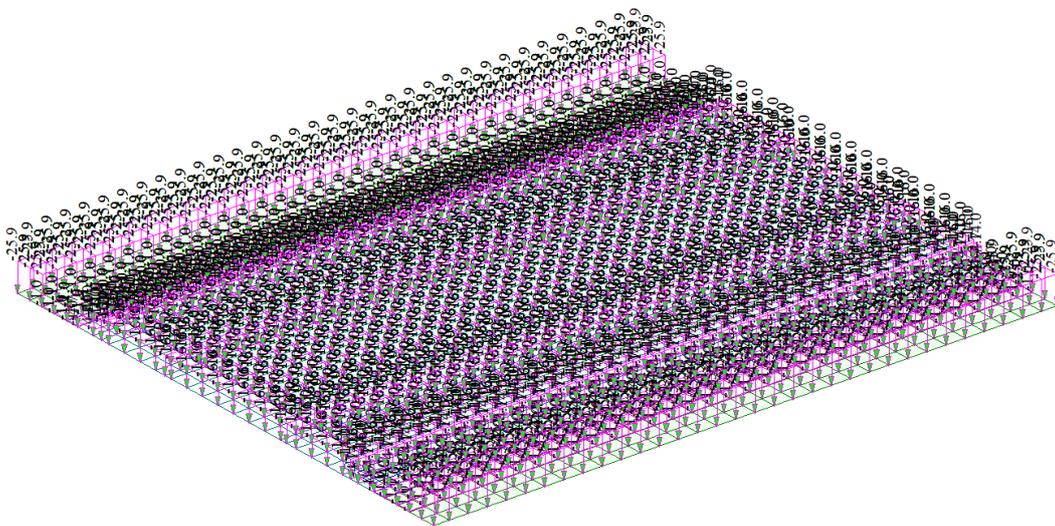


Figura 16 – Azioni permanenti G2 assegnate all'impalcato

Per le azioni da traffico sono state considerate diverse configurazioni dei carichi al fine di massimizzare gli effetti in termini di momento flettente massimo in mezzera, taglio massimo agli appoggi e sforzo normale massimo negli apparecchi di appoggio. Si riportano di seguito alcune delle configurazioni di carico considerate.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 49 di 105

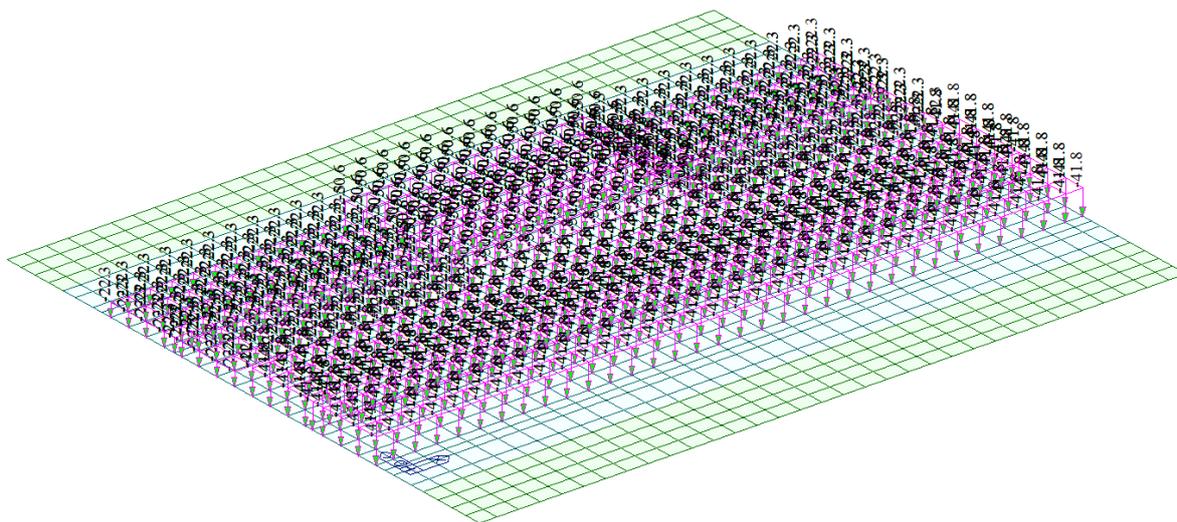


Figura 17 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare il momento flettente sull'impalcato

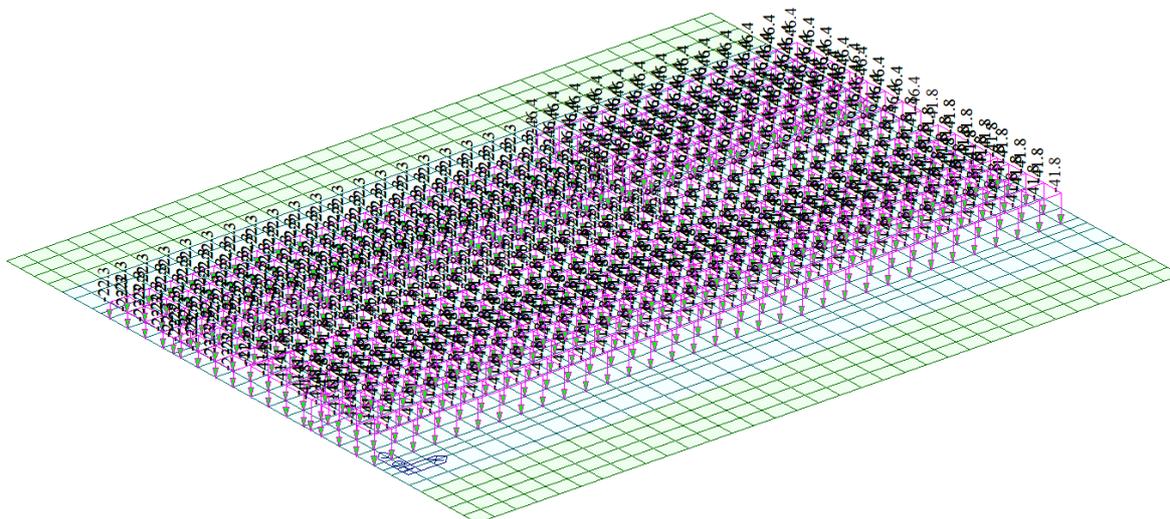


Figura 18 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare il taglio all'appoggio (lato spalla S2) sull'impalcato

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.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 50 di 105

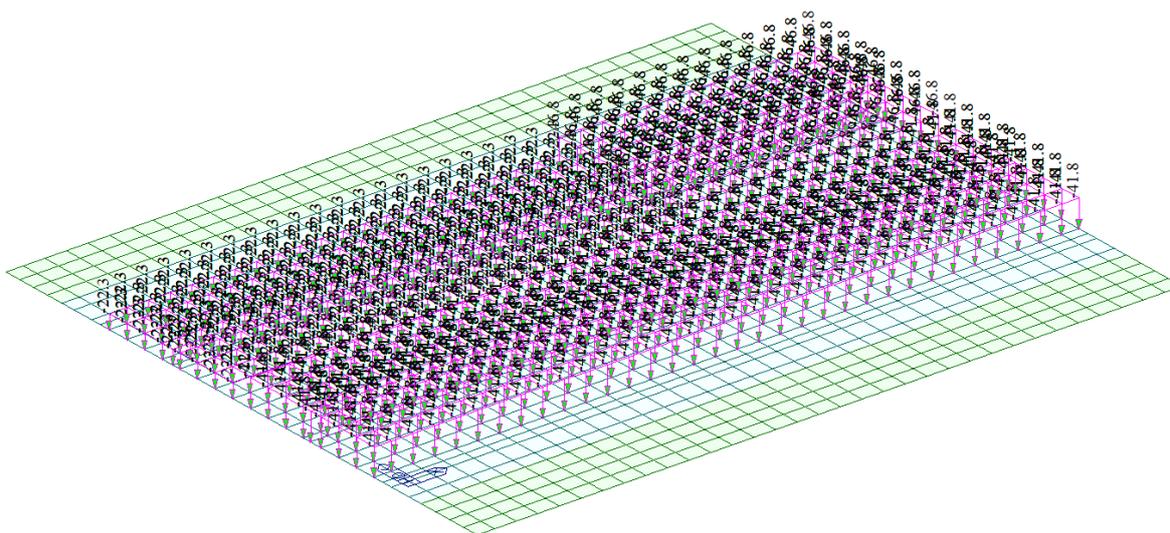


Figura 19 – Configurazione tipo delle azioni da traffico per massimizzare lo sforzo normale negli apparecchi di appoggio (lato spalla S2) sull'impalcato (retrotrave carico)

Il modello di calcolo tiene conto dell'eccentricità del carico verticale LM71 tramite lo scartamento di 80 mm tra l'asse binario e l'asse longitudinale dell'area caricata come precedentemente esposto:

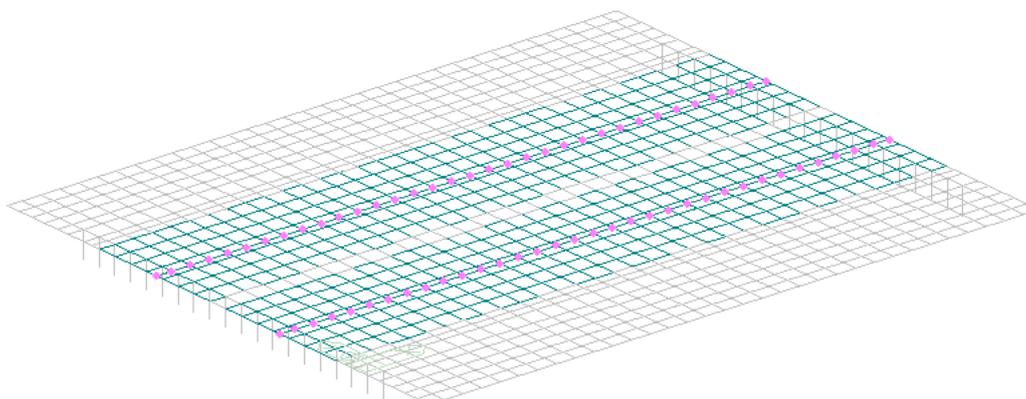


Figura 20 – Configurazione del tratto caricato da azioni verticali rispetto all'asse binario

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 51 di 105

9.2.1 *Analisi sismica*

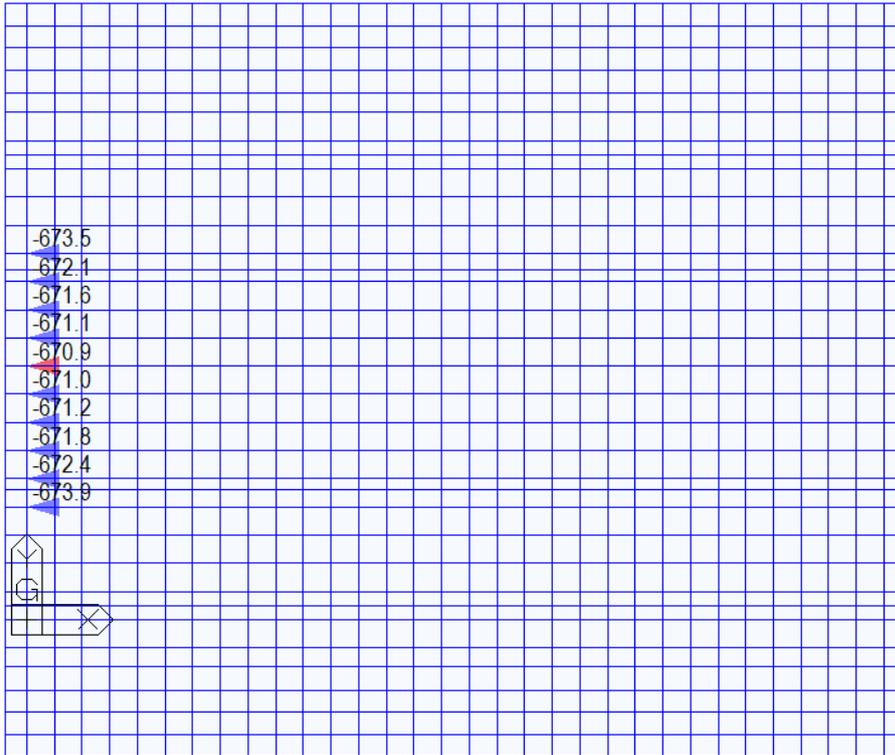
Per il dimensionamento dell'impalcato è stata considerata l'azione sismica in direzione verticale. E' stata condotta una analisi dinamica modale con spettro di risposta elastico considerando lo spettro SLV.

Per quanto riguarda il sisma in direzione orizzontale, le sollecitazioni trasmesse dall'impalcato per effetto del sisma, servono a dimensionare gli apparecchi d'appoggio e le sottostrutture. In particolare, nel rispetto della Gerarchia delle Resistenze, per il dimensionamento degli apparecchi d'appoggio è stata condotta un'analisi dinamica modale con spettro di risposta elastico ($q=1$) considerando lo spettro SLV. Per le azioni trasmesse alle sottostrutture (spalle), invece, in accordo alla normativa vigente, viene impiegato un fattore di struttura $q=1.5$. Anche per il dimensionamento dei pali, in accordo con il par. 2.5.1.8.3.3 del Manuale Italferr, verrà considerato un fattore di struttura $q=1.5$.

Per il dimensionamento dei ritegni, a vantaggio di sicurezza si considera lo spettro allo SLC, adottando, come per gli appoggi, $q=1$.

Di seguito si riportano le reazioni orizzontali agli appoggi per $q=1$ allo SLV.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.1.00.001 B 52 di 105	



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-X
MIN. REACTION
NODE= 1035
FX: -673.87
MAX. REACTION
NODE= 1030
FX: -670.91
RS: EX
MAX : 1030
MIN : 1035
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Figura 21 – Ex SLV (q=1)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 53 di 105

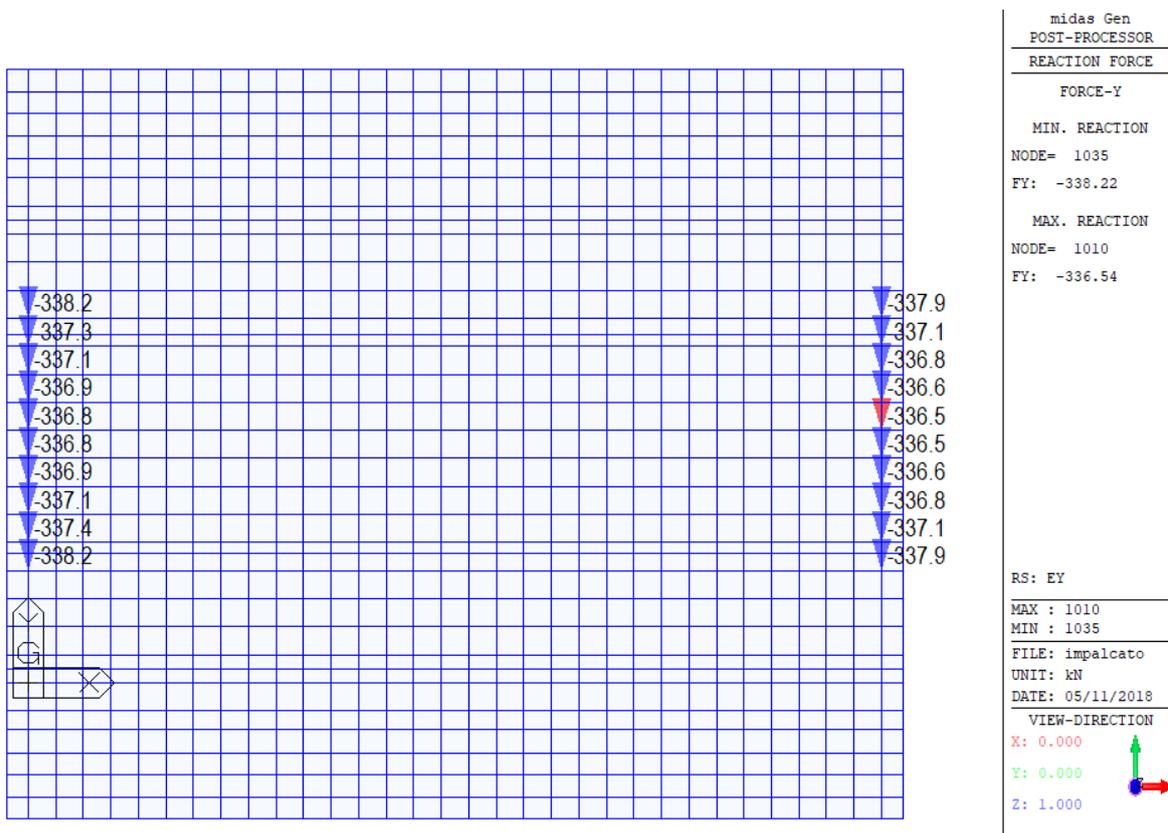


Figura 22 – E_y SLV (q=1)

La seguente tabella riepiloga le forze inerziali complessive trasmesse dagli impalcato alle sottostrutture.

	Impalcato (kN)
SLV Ex (q=1)	6719
SLV Ey (q=1)	6743
SLV Ex (q=1.5)	4479
SLV Ey (q=1.5)	4495
SLC Ex (q=1)	8018
SLC Ey (q=1)	8047

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 54 di 105

Come detto, per il dimensionamento dei ritegni, si utilizzano le azioni calcolate allo SLC.
Per cui si ottiene.

Direzione longitudinale impalcato n. 4+4 ritegni da 2050 kN;

Direzione trasversale impalcato n. 2+2 ritegni da 4050 kN.

9.2.2 Combinazioni

Per l'assegnazione dei carichi agenti sulla struttura, sono state definite all'interno del modello di calcolo le seguenti condizioni elementari di carico:

- G_1 pesi propri delle strutture resistenti;
- G_2 carichi permanenti non strutturali;
- $Q_{1, Nmax}$ azioni da traffico ferroviario che massimizzano gli sforzi assiali sugli apparecchi di appoggio;
- $Q_{1, Mmax}$ azioni da traffico ferroviario che massimizzano i momenti flettenti sull'impalcato;
- $Q_{1, Vmax}$ azioni da traffico ferroviario che massimizzano gli sforzi di taglio sull'impalcato;
- Q_i azioni da frenatura e/o avviamento;
- Q_s azioni trasversale dovuta al serpeggio;
- Q_c azioni trasversale dovuta alla forza centrifuga;
- $Q_{5-vento}$ azione del vento;
- Q_7 attrito ai vincoli;
- E_x azione sismica in direzione longitudinale;
- E_y azione sismica in direzione trasversale;
- E_z azione sismica in direzione verticale.

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 56 di 105		

6 -Attrito Active Add

Attrito(-1.000)

7 +-Attrito Active Envelope

Attrito(1.000) + -Attrito(1.000)

8 SLU1 Active Add

G1(1.000) + G2(1.000) + Q5-vento(1.500)

+ +-Attrito(1.500)

9 SLU2 Active Add

G1(1.350) + G2(1.500) + Gr1(1.450)

+ Q5-vento(0.900) + +-Attrito(1.500)

10 SLU3 Active Add

G1(1.350) + G2(1.500) + Gr3(1.450)

+ Q5-vento(0.900) + +-Attrito(1.500)

11 SLU4 Active Add

G1(1.350) + G2(1.500) + Q5-vento(1.500)

+ +-Attrito(1.500)

12 SLVX1 Active Add

G1(1.000) + G2(1.000) + EX(1.000)

+ EY(0.318) + EZ(0.300)

13 SLVX2 Active Add

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 57 di 105

		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (1.000)
		+ EY (-0.318) +		+ EZ (0.300)		

14	SLVX3	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-1.000)
		+ EY (0.318) +		+ EZ (0.300)		

15	SLVX4	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-1.000)
		+ EY (-0.318) +		+ EZ (0.300)		

16	SLVX5	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (1.000)
		+ EY (0.318) +		+ EZ (-0.300)		

17	SLVX6	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (1.000)
		+ EY (-0.318) +		+ EZ (-0.300)		

18	SLVX7	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-1.000)
		+ EY (0.318) +		+ EZ (-0.300)		

19	SLVX8	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-1.000)
		+ EY (-0.318) +		+ EZ (-0.300)		

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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 58 di 105

20 SLVY1 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (0.300)

+ EY (1.060) + EZ (0.300)

21 SLVY2 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (-0.300)

+ EY (1.060) + EZ (0.300)

22 SLVY3 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (0.300)

+ EY (-1.060) + EZ (0.300)

23 SLVY4 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (-0.300)

+ EY (-1.060) + EZ (0.300)

24 SLVY5 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (0.300)

+ EY (1.060) + EZ (-0.300)

25 SLVY6 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (-0.300)

+ EY (1.060) + EZ (-0.300)

26 SLVY7 Active Add

G1 (1.000) + G2 (1.000) + EX (0.300)

+ EY (-1.060) + EZ (-0.300)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	59 di 105			

27	SLVY8	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)		
		+ EY (-1.060) +		EZ (-0.300)				
28	SLVZ1	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)		
		+ EY (0.318) +		EZ (1.000)				
29	SLVZ2	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)		
		+ EY (-0.318) +		EZ (1.000)				
30	SLVZ3	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)		
		+ EY (0.318) +		EZ (-1.000)				
31	SLVZ4	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (0.300)		
		+ EY (-0.318) +		EZ (-1.000)				
32	SLVZ5	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)		
		+ EY (0.318) +		EZ (1.000)				
33	SLVZ6	Active	Add					
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		EX (-0.300)		

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 61 di 105
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

41 SLEF3 Active Add
G1 (1.000) + G2 (1.000) + Q5-vento (0.500)

42 SLE-QP Active Add
G1 (1.000) + G2 (1.000)

43 INV SLU-stat Active Envelope
SLU1 (1.000) + SLU2 (1.000) + SLU4 (1.000)
+ SLU3 (1.000)

44 INV SLV Active Envelope
SLVX1 (1.000) + SLVX2 (1.000) + SLVX3 (1.000)
+ SLVX4 (1.000) + SLVX5 (1.000) + SLVX6 (1.000)
+ SLVX7 (1.000) + SLVX8 (1.000) + SLVY1 (1.000)
+ SLVY2 (1.000) + SLVY3 (1.000) + SLVY4 (1.000)
+ SLVY5 (1.000) + SLVY6 (1.000) + SLVY7 (1.000)
+ SLVY8 (1.000) + SLVZ1 (1.000) + SLVZ2 (1.000)
+ SLVZ3 (1.000) + SLVZ4 (1.000) + SLVZ5 (1.000)
+ SLVZ6 (1.000) + SLVZ7 (1.000) + SLVZ8 (1.000)

45 INV TOT SLU Active Envelope
INV SLU-stat (1.000) + INV SLV (1.000)

46 INV SLE-R Active Envelope
SLER1 (1.000) + SLER2 (1.000) + SLER3 (1.000)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 62 di 105

47 INV SLE-F Active Envelope
SLEF1 (1.000) + SLEF3 (1.000) + SLEF2 (1.000)

48 Ad1 Active Add
G1 (1.000) + G2 (1.000) + Gr1 (1.000)
+ Ad1 (1.000)

49 Ad2 Active Add
G1 (1.000) + G2 (1.000) + Gr1 (1.000)
+ Ad2 (1.000)

50 Ad3 Active Add
G1 (1.000) + G2 (1.000) + Gr1 (1.000)
+ Urto1 (1.000)

51 Ad4 Active Add
G1 (1.000) + G2 (1.000) + Gr1 (1.000)
+ Urto2 (1.000)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 63 di 105

10 ANALISI DELLA STRUTTURA

10.1 SOLLECITAZIONI IMPALCATI

Si riportano di seguito, le sollecitazioni più gravose allo stato limite ultimo SLU ed allo stato limite di esercizio SLE utilizzate nelle verifiche degli elementi strutturali costituenti l'impalcato.

10.1.1 Sollecitazioni allo SLU

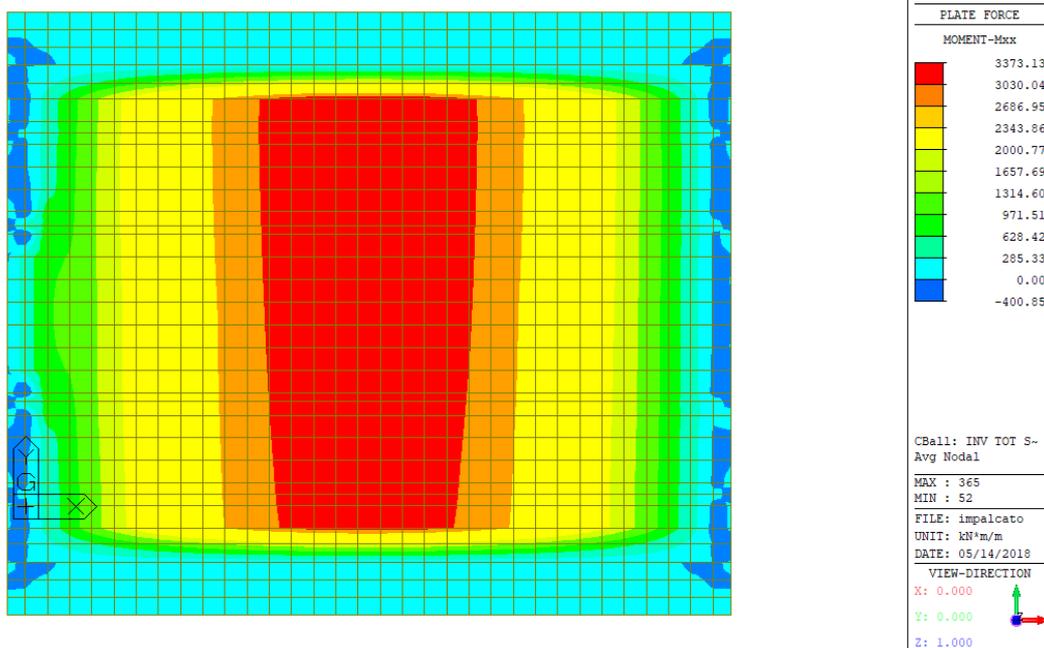


Figura 23 – Momenti flettenti Mxx sull'impalcato – INV_SLU

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 64 di 105
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

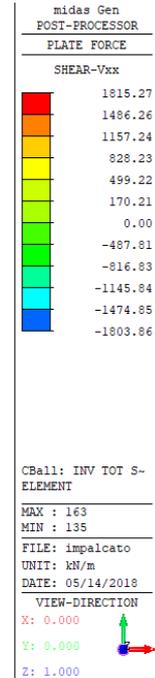
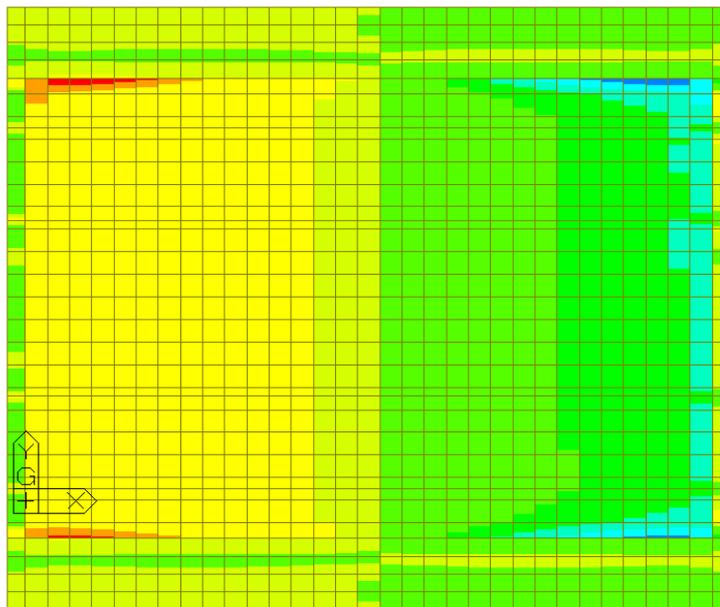


Figura 24 – Tagli Vxx sull'impalcato – INV_SLU

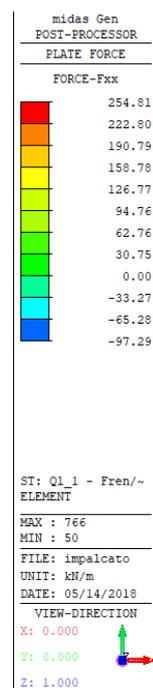
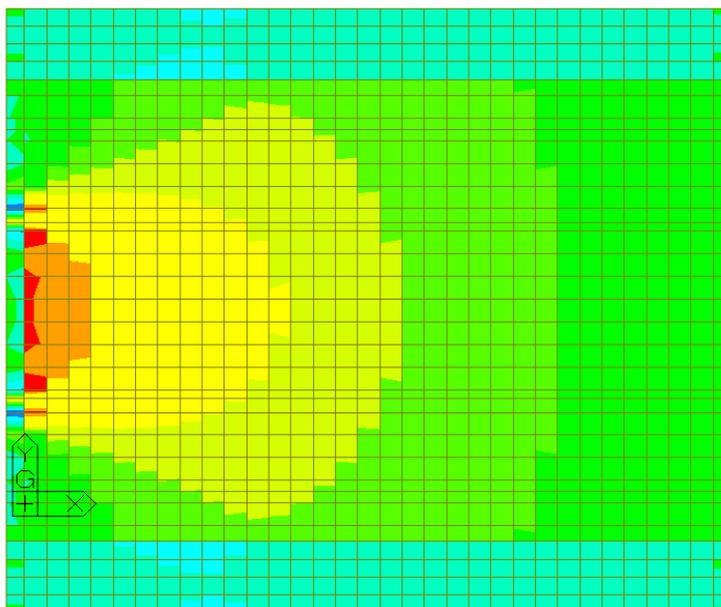


Figura 25 – Sforzi assiali Fxx sull'impalcato – Frenatura/avviamento

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 65 di 105
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato								

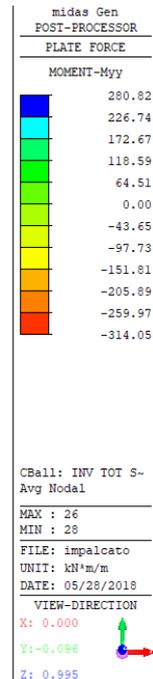
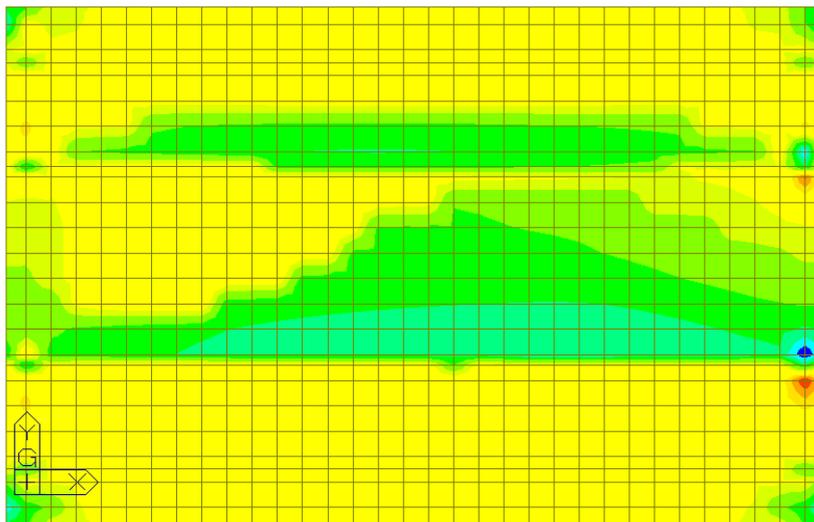


Figura 26 – Momenti flettenti Myy sull'impalcato – INV_SLU

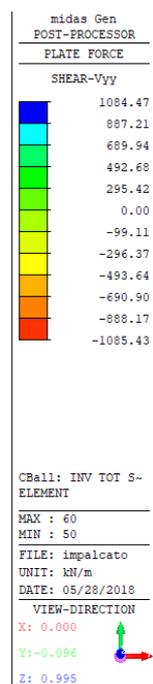
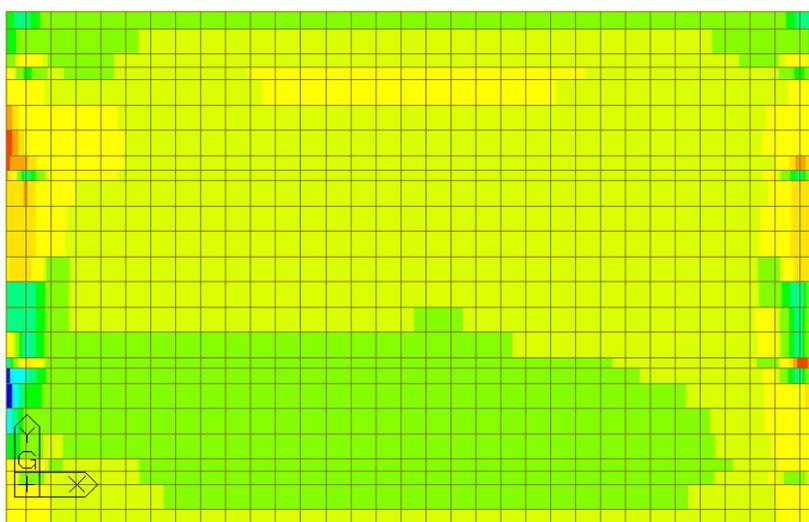


Figura 27 – Tagli Vyy sull'impalcato – INV_SLU

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 66 di 105

11 VERIFICHE DI RESISTENZA

11.1 VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE

La verifiche sono condotte affidando la resistenza della sezione alle sole travi in acciaio, come previsto dal Manuale RFI. Essendo esse disposte ad un interasse di 0.513 m, le sollecitazioni sulla singola trave sono ottenute moltiplicando quelle derivanti dal modello (riferite ad una larghezza unitaria di impalcato) per l'interasse stesso.

La massima sollecitazione flettente è pari a:

$$M_{\max} = 3373.13 \text{ kNm/m} \times 0.513 \text{ m} = 1730.42 \text{ kNm}$$

Lo sforzo assiale corrispondente è invece pari a:

$$N = 88.13 \text{ kNm/m} \times 0.513 \text{ m} = 45.21 \text{ kN}$$

Si riporta l'esito della verifica:

$$\sigma = M/W + N/A = 1730.42 \cdot 10^6 / 9485000 + 45.21 \cdot 10^3 / 32050 = 182.44 + 1.41 = 183.85 \text{ MPa}$$

La tensione massima nell'acciaio è di 183.85 MPa ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk} / \gamma_{M0} = 355 / 1.05 = 338.1 \text{ MPa}$. La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il massimo taglio, considerando il valore di picco ottenuto dal modello di calcolo è pari a:

$$V_{\max} = 1815.27 \text{ kN/m} \times 0.513 \text{ m} = 931.23 \text{ kN}$$

La tensione tangenziale massima è quindi pari a:

$$\tau = V_{\max} \cdot S_{xp} / (S_p \cdot J_p) = 72.37 \text{ MPa} < f_{yk} / (\gamma_{M0} \cdot 3^{0.5}) = 195.2 \text{ MPa.}$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.1.00.001 B 67 di 105

11.2 VERIFICA IN DIREZIONE TRASVERSALE

Si considera la sezione in c.a. di altezza minima depurata dello spessore della tavella. A vantaggio di sicurezza non viene considerato il contributo benefico della precompressione. Al lembo inferiore è presente una barra $\phi 30/120$ cm + $1\phi 22/40$ cm. Al lembo superiore è presente una barra $\phi 30/120$ cm. Su una sezione di 120 cm si ha:

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a cross-section verification.

Section Data:

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	120	94	1	7.07	88
			2	11.40	88
			3	7.07	22

Materials:

Property	B450C	C32/40
ϵ_{su}	67.5 ‰	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	3.5 ‰
E_s	200,000 N/mm²	18.81
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co} 0.7333
		τ_{c1} 2.114

Calculation Parameters:

- M_{xRd} : 674 kNm
- σ_c : -18.81 N/mm²
- σ_s : 391.3 N/mm²
- ϵ_c : 3.5 ‰
- ϵ_s : 53.09 ‰
- d : 88 cm
- x : 5.442
- x/d : 0.06184
- δ : 0.7

Other Settings:

- Metodo di calcolo: S.L.U.+, Metodo n
- Tipo flessione: Retta
- N° rett.: 100
- Calcola MRd, Dominio M-N
- L₀: 0 cm, Col. modello
- Precompresso:

$MR_d = 674/1.2 = 562$ kNm/m : la verifica risulta soddisfatta anche considerando i picchi di sollecitazione.

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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	68 di 105

12 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Ai fini delle verifiche di deformabilità, come previsto dal manuale RFI, il calcestruzzo viene considerato interamente collaborante ai fini della determinazione dell'inerzia flessionale dell'impalcato.

Le verifiche allo stato limite di servizio, si eseguono per "combinazioni rare" delle azioni, e consistono nel limitare:

- l'inflessione nel piano verticale dell'impalcato (rotazioni agli appoggi);
- le deformazioni torsionali dell'impalcato (fenomeno dello sghebo);

Deve essere, altresì, verificata la condizione limite per il comfort dei passeggeri confrontando la freccia verticale sotto i treni di carico di progetto (incrementata per tenere conto degli effetti dinamici) con quella riportata nella *Specificazione RFI DTC SICS MA IFS 001 A* per la velocità della linea ove il ponte è situato.

12.1 VERIFICA DELLA ROTAZIONE DEGLI APPOGGI

Il valore limite:

$$\theta_{rl} = 8/H = 0.0044 \text{ rad,}$$

all'estremità dell'impalcato, dove H rappresenta la distanza del piano di regolamento del ballast o, nel caso di attacco diretto, del piano di posa della rotaia dal centro di rotazione dell'apparecchio di appoggio dell'impalcato, nel nostro caso H=1.81 m

Effetto del carico dinamizzato: $\theta_1 = 0.00123 \text{ rad}$ (da modello).

Effetto del gradiente termico $\Delta_{gt} = 10^\circ$ gradi tra estradosso e intradosso:

$$\theta_2 = L_b/2 * \alpha * \Delta_{gt} / S_{sn} = 0.00073 \text{ rad.}$$

$$\theta = \theta_1 + 0.6 * \theta_2 = 0.00167 \text{ rad}$$

$$\theta = 0.00167 \text{ rad} < 0.0044 \text{ rad. (verifica soddisfatta)}$$

12.2 VERIFICA DELLO SGHEMBO

La verifica si effettua ipotizzando la presenza di un profilo metallico in corrispondenza di ciascuna rotaia e calcolando la differenza di abbassamento tra i due profili in corrispondenza della sezione posta a 3.00 m dall'appoggio considerando una distribuzione trasversale degli abbassamenti di tipo lineare.

Si considerano i seguenti effetti, prodotti dal treno LM71:

Gli effetti prodotti dal treno LM71 sono:

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 69 di 105

forza centrifuga:	$M_{t11f} = 77 \text{ kNm/m}$
eccentricità del carico:	$\varphi_3 * M_{t21f} = 12 \text{ kNm/m}$
sovrarelevazione:	$M_{t31f} = 31 \text{ kNm/m}$
vento:	$0.6 * M_{t4} = 21 \text{ kNm/m}$
azione laterale:	<u>$M_{t5}/L_b = 9 \text{ kNm/m}$</u>
Totale:	$M_{tsg} = 151 \text{ kNm/m}$

L'incremento e decremento di carico Δ_q prodotti sulle due travi considerate da tali effetti si valuta considerando la flessione su una striscia unitaria trasversale di impalcato avente sezione $b \cdot h$ pari a $1.0 \cdot B_{tr} = 1.0 \cdot 4.0 \text{ m}$ e momento d'inerzia $J_u = 1.0 \cdot 4.0^3 / 12 = 5.33 \text{ m}^4$.

$$- \Delta_q = M_{tsg} / J_u \cdot s / 2 \cdot I_p = 11.1 \text{ kN/m.}$$

$$- J_{sg} = J_d / N_{pd} = 1142476.0 \text{ cm}^4$$

per una trave con il relativo calcestruzzo di influenza.

La freccia verticale a 3.0 metri dall'appoggio vale:

$$\Delta_{dsg} = 1/24 \cdot D_q \cdot L_b^4 \cdot (k_3 - 2 \cdot k_3^3 + k_3^4) / (E_p \cdot J_{sg})$$

con: $k_3 = 3.0 / L_b = 0.19355$ per cui si ottiene:

$$\Delta_{dsg} = 2.209 \text{ mm}$$

pertanto le due travi subiscono una differenza di deformazione pari a:

$$D_{sg} = 2 \cdot \Delta_{dsg} = 4.418 \text{ mm} < 4.5 \text{ mm. (verifica soddisfatta).}$$

12.3 VERIFICA DELLA FRECCIA PER CARICHI DINAMIZZATI

Il valore limite vale:

$$\delta_{dl} = L_b / K_{dl} = 15500 / 1000 = 15.5 \text{ mm}$$

$\delta_d = 6.10 \text{ mm (da modello)} < 15.5 \text{ mm (verifica soddisfatta).}$

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 70 di 105
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

13 VERIFICHE SBALZO

Si riporta la verifica degli sbalzi presenti alle due estremità della sezione trasversale dell'impalcato. La lunghezza dello sbalzo è di 1.635 m mentre lo spessore è variabile tra 0.26 e 0.34 m. Esso presenta una zona calpestabile di larghezza pari a 0.84m e, nella parte terminale, un cordolo in c.a. di altezza 0.235 m e larghezza 0.82m, al di sopra del quale si considera il peso di un'ipotetica barriera antirumore.

- azioni da peso strutturale;
- permanenti portati pari a 1.0 kPa per la finitura e 16 kN/m per un'eventuale barriera antirumore fino a 4 m dal piano del ferro;
- vento pari a 2,5 kPa;
- sovraccarico accidentale da 10 kPa.

Su una sezione di larghezza 1m si ha:

$$V_{Sd} = 1.35 \cdot 25 \cdot 0.30 \cdot 1.635 + 1.35 \cdot 25 \cdot 0.235 \cdot 0.82 + 1.5 \cdot 16 + 1.5 \cdot 0.815 \cdot 1 + 1.5 \cdot 0.815 \cdot 10 =$$

$$= 16.55 + 6.50 + 24.0 + 1.22 + 12.23 = 60.50 \text{ kN};$$

$$M_{Sd} = 16.55 \cdot 1.635 / 2 + 6.50 \cdot 1.23 + 24.0 \cdot 1.23 + 1.22 \cdot 0.815 / 2 + 12.23 \cdot 0.815 / 2 +$$

$$1.5 \cdot 2.5 \cdot 4.8 \cdot 2.52 =$$

$$= 13.53 + 8.0 + 29.52 + 0.50 + 4.98 + 45.36 = 101.89 \text{ kNm};$$

$$N_{Sd} = 1.5 \cdot 2.5 \cdot 4.8 = 18.0 \text{ kN (trazione)}$$

Armando con $\phi 20/20$ superiormente e $\phi 12/20$ inferiormente si ha:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.1.00.001 B 71 di 105					

Titolo: Verifica sbalzo

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	34	1	15,71	6
			2	5,65	28

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -18 0 kN
M_{xEd} -101,89 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

M_{xRd} -161,4 kN m
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 17,08 ‰
d 28 cm
x 4,762 x/d 0,1701
δ 0,7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

$M_{Rd} > M_{Sd}$, verifica soddisfatta!

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008			
Materiali	Geometria sezione	Armatura longitudinale	Sollecitazioni di calcolo
Calcestruzzo	b [mm] 1000 h [mm] 340 c [mm] 60 d [mm] 280	n° barre 5 diametro 20 Area [mm²] 1570	N _{Ed} [kN] 0 V _{Ed} [kN] 60.5
Acciaio		Parametri di verifica	VERIFICA
Rck [Mpa] 40 fck [Mpa] 33.2 fcd [Mpa] 18.8		k 1.85 V _{min} 0.51 ρ _l 0.006 σ _{cp} 0.000	Sezione non armata a taglio V _{Rd} [kN] 164.31 Verificato

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.1.00.001 B 72 di 105					

SLE Rara

$$M_{Sd} = 13.53/1.35 + 8.0/1.35 + 29.52/1.5 + 0.50/1.5 + 4.98/1.5 + 45.36/1.5 =$$

$$= 10.02 + 5.93 + 19.68 + 0.33 + 3.32 + 30.24 = 69.52 \text{ kNm};$$

$$N_{Sd} = 18.0/1.5 = 12.0 \text{ kN}.$$

Titolo: Verifica fessurazione sbalzo

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	34

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	6
2	5,65	28

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
B450C **C32/40**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -3.283 N/mm²
 σ_c 3.178 N/mm²
 ϵ_s 0.1528 ‰

Verifica

Precompresso

Per la verifica allo stato limite di formazione delle fessure, la massima tensione di trazione nel calcestruzzo deve essere inferiore al limite convenzionale stabilito dalla normativa.

Poiché risulta

$$\sigma_c = 3.178 \text{ MPa} > f_{ctm}/1.2 = 2.358 \text{ MPa}$$

la sezione è fessurata, pertanto si procede al calcolo e alla relativa verifica dell'ampiezza delle fessure.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	73 di 105

VERIFICA STATO LIMITE DI APERTURE DELLE FESSURE (NTC 2008 e Istruzioni)

Tipo di combinazione SLE						
Comb.	Rara (IF)					
Materiali						
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10	MPa	Ec	33643 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450	MPa	Es	210000 MPa
					α_e	6.24
Ipotesi di calcolo						
Cond. ambientali	Aggressive					
Tipo di armature	Poco sensibili					
Tipi di carichi	Lunga durata					
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione						
M_{Ed}	69.52	kNm	<i>Sollecitazione flettente</i>			
N_{Ed}	12	kN	<i>Sforzo normale (negativo se di compressione)</i>			
B	1000	mm	d	280 mm		
h	340	mm	$h_{c,eff}$	71.1 mm		
x	127	mm	$A_{c,eff}$	71081.0 mm ²		
ricopr.	50	mm				
Caratteristiche dell'armatura tesa						
Spaziatura	200	mm	A_s	1570 mm ²		
n. ferri	5		ρ_{eff}	0.022		
ϕ	20	mm	σ_s	5.53 MPa		
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre						
k_t	0.4	<i>coefficiente dipendente dalla durata dei carichi</i>				
ϵ_{sm}	0.0000158	<i>deformazione unitaria media delle barre</i>				
Calcolo della distanza massima tra le fessure						
$5(c + \phi/2)$	300	mm	<i>> della spaziatura fra i ferri</i>			
k_1	0.8					
k_2	1	<i>(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)</i>				
k_3	3.4					
k_4	0.425					
Δ_{smax}	477.87	mm	<i>(Eq. C.4.1.17)</i>	<i>distanza massima fra le fessure</i>		
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica						
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.008	mm	<i>(Eq. C.4.1.15)</i>			
w_{amm}	0.200	mm	<i>> wd: LA VERIFICA E' SODDISFATTA</i>			

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 Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.0.1.00.001</td> <td>B</td> <td>74 di 105</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	74 di 105
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	74 di 105								

Verifica tensionale

Titolo : Verifica tensionale sbalzo

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	34

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	6
2	5,65	28

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="18.13"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica
N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = -5.752 < \sigma_{c, \max R} = 0.6 * f_{ck} = 17.43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 182.5 \text{ MPa} < \sigma_{s, \max} = 0.8 * f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

La verifica tensionale per combinazione di carico Quasi Permanente risulta automaticamente soddisfatta in quanto il valore di tensione del calcestruzzo calcolato in combinazione Rara risulta inferiore anche al limite di tensione in combinazione Quasi Permanente. Per tale ragione si omette la verifica tensionale per combinazione di carico Quasi Permanente.

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	75 di 105

13.1 VERIFICHE ALL'URTO

In accordo con il par. 3.6.3.3.1 delle NTC 2008, viene considerata l'azione dell'urto su elementi strutturali orizzontali al di sopra della strada. La forza risultante di collisione F da utilizzare per le verifiche è data da:

$F = r F_{dt}$, dove r è pari ad 0.8 per altezza di 5.20m, ed F_{dt} è pari a 750 kN (strada locale).

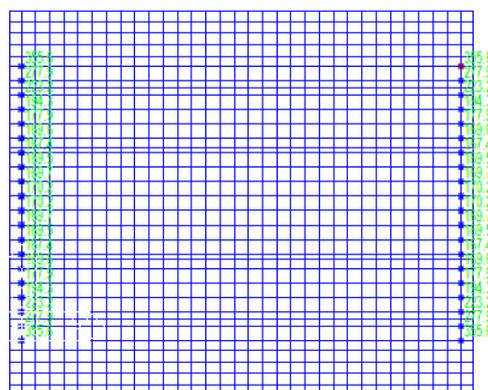
Considerando la forza agente tutta su un lato, sull'allineamento degli appoggi agisce una forza di 600 kN. Le strutture dell'impalcato sono state dimensionate per resistere ad una azione tagliante (sismica) di 2248 kN, pertanto tutte le verifiche risultano automaticamente soddisfatte.

La forza da urto di 60 kN, in accordo con le NTC 2008, va considerata anche applicata all'intradosso dell'impalcato con un'inclinazione verso l'alto di 10°.

Pertanto la componente verso l'alto è di:

$$F_v = 600 \times \sin 10^\circ = 104 \text{ kN}$$

Il minor carico verticale sul singolo appoggio dovuto ai pesi propri e permanenti è pari a 167 kN, pertanto anche in caso di urto, tutti gli appoggi resterebbero compressi e, a maggior ragione, non ci sarebbe alcuna possibilità di ribaltamento complessivo dell'impalcato.



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Z
MIN. REACTION
NODE= 1007
FZ: 167.39
MAX. REACTION
NODE= 1001
FZ: 355.60
CB: Perm
MAX : 1001
MIN : 1007
FILE: imp_rev01 *
UNIT: kN

```

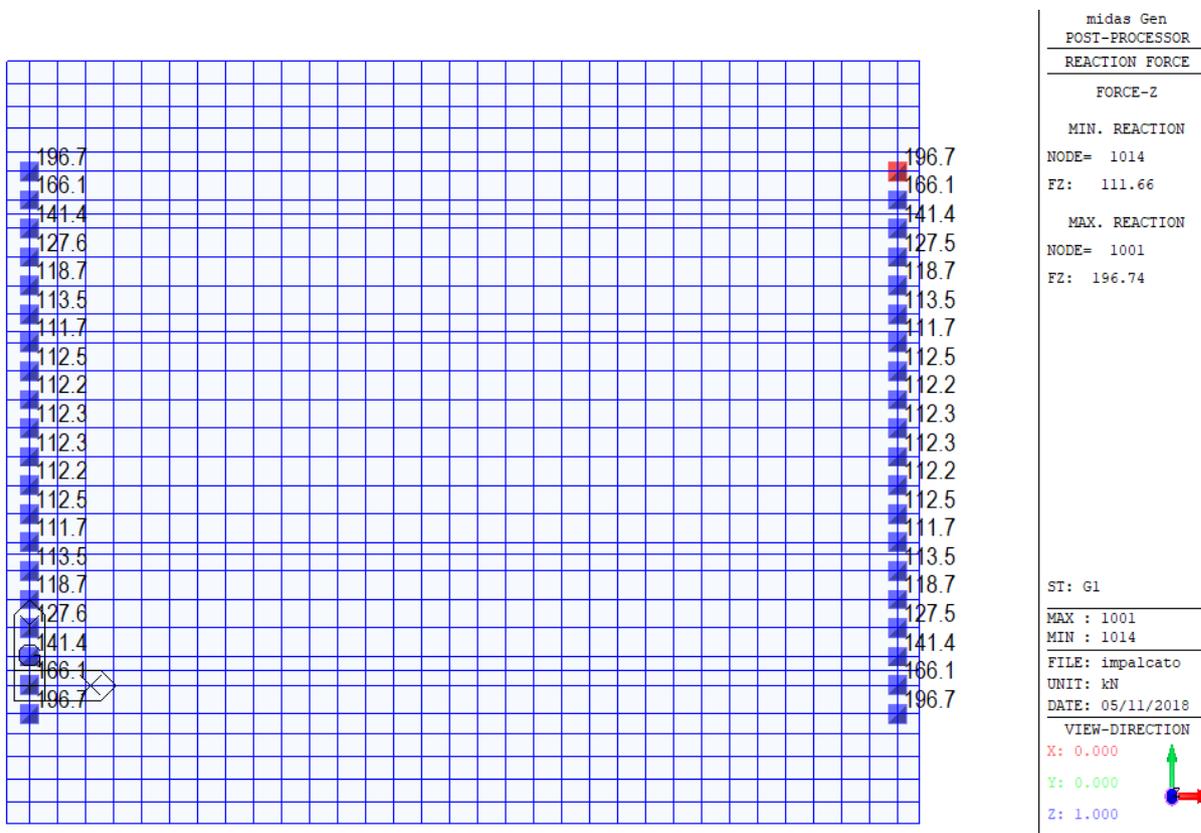
Reazioni agli appoggi per carichi permanenti (G1+G2)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 76 di 105

14 REAZIONI AGLI APPOGGI

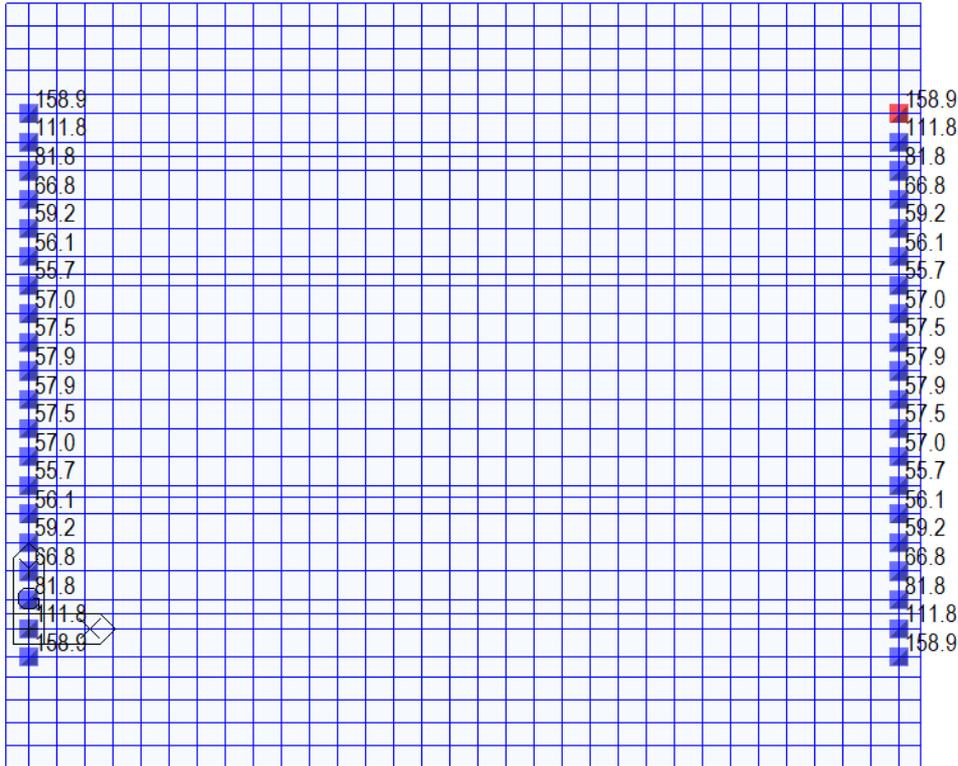
14.1 REAZIONI PER SINGOLE CONDIZIONI DI CARICO

Si riportano nel seguito le reazioni agli appoggi per ciascuna delle condizioni di carico analizzate.



Reazioni agli appoggi per peso proprio (G1)

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 Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.0.1.00.001</td> <td>B</td> <td>77 di 105</td> </tr> </tbody> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	77 di 105								



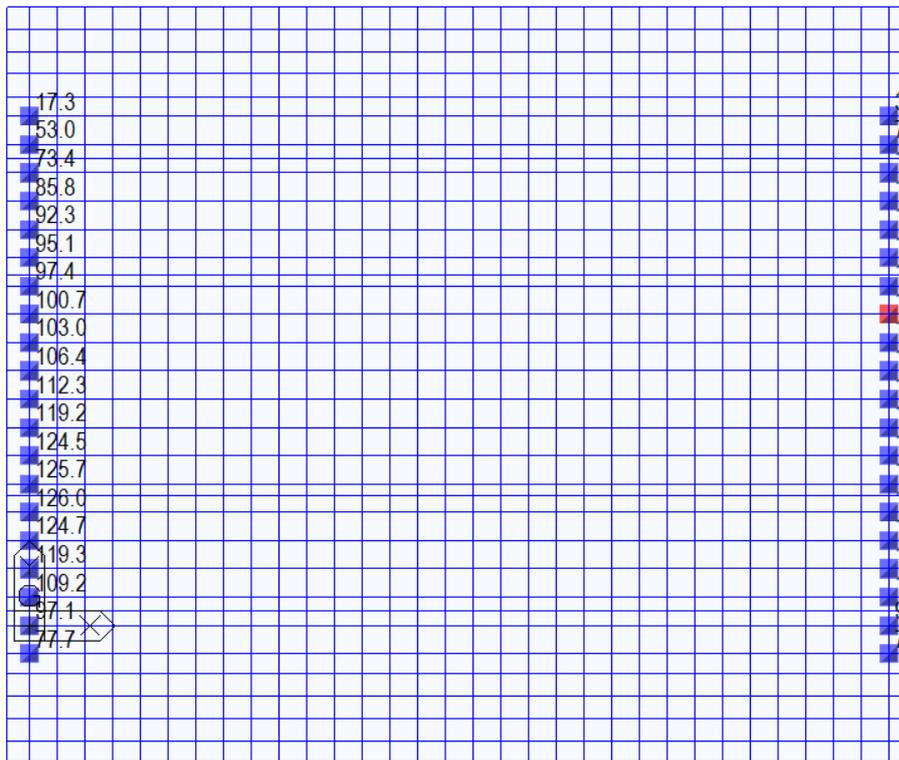
```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Z
MIN. REACTION
NODE= 1014
EZ: 55.73
MAX. REACTION
NODE= 1001
EZ: 158.86
ST: G2
MAX : 1001
MIN : 1014
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni permanenti (G2)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 78 di 105



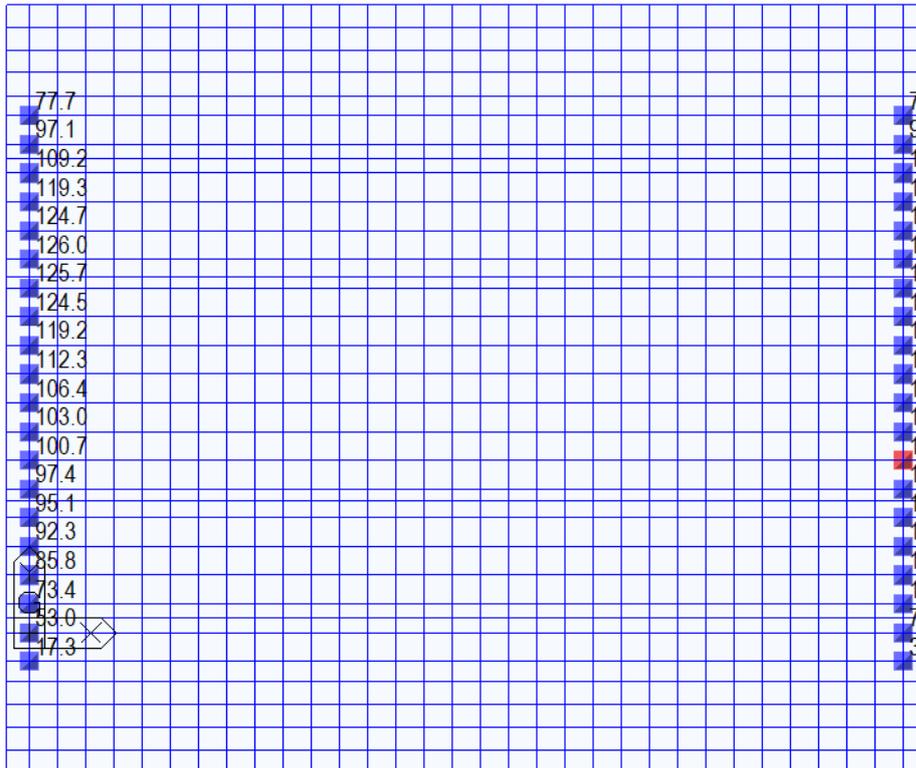
```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Z
MIN. REACTION
NODE= 1021
FZ: 17.31
MAX. REACTION
NODE= 1008
FZ: 137.07
ST: Q1_1 Nmax
MAX : 1008
MIN : 1021
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da traffico (Q1_1 Nmax)

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 Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.0.1.00.001</td> <td>B</td> <td>79 di 105</td> </tr> </tbody> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	79 di 105								



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Z

MIN. REACTION
NODE= 1040
FZ: 17.31

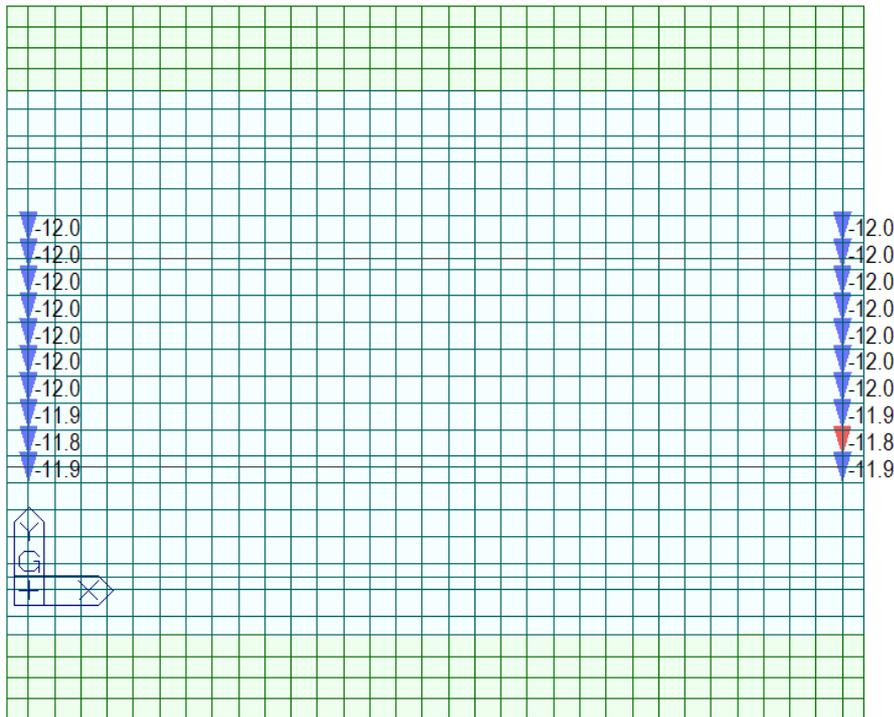
MAX. REACTION
NODE= 1013
FZ: 137.07

ST: Q1_2 Nmax
MAX : 1013
MIN : 1040
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da traffico (Q1_2 Nmax)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 80 di 105



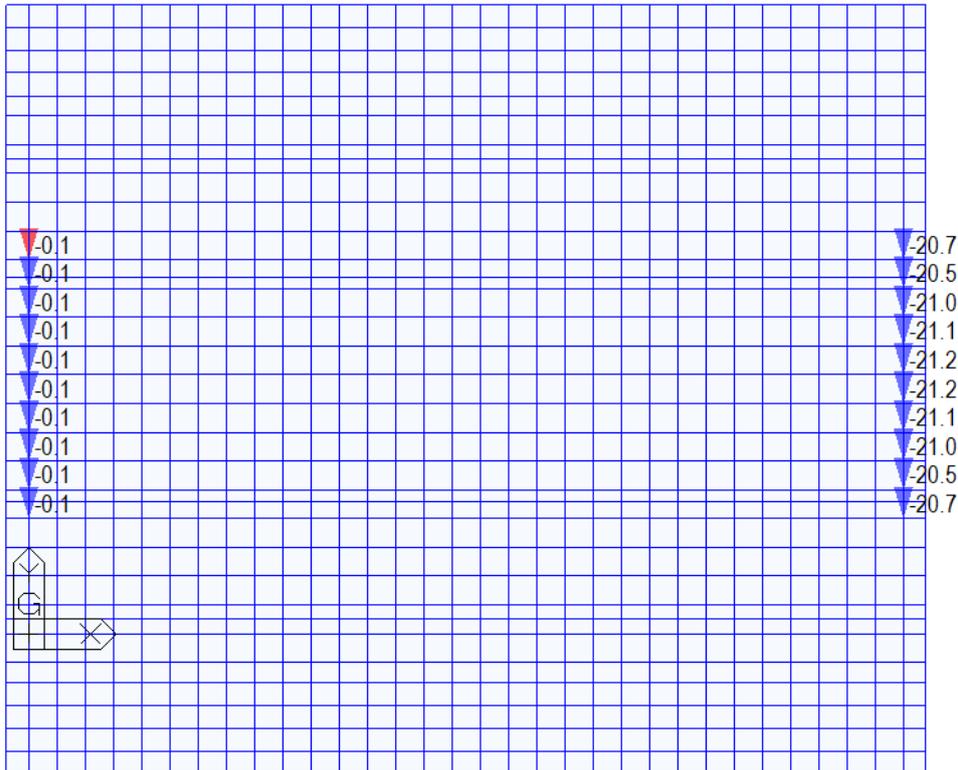
```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Y
MIN. REACTION
NODE= 1026
FY: -12.04
MAX. REACTION
NODE= 1014
FY: -11.83
ST: Q5-vento
MAX : 1014
MIN : 1026
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da vento

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 81 di 105



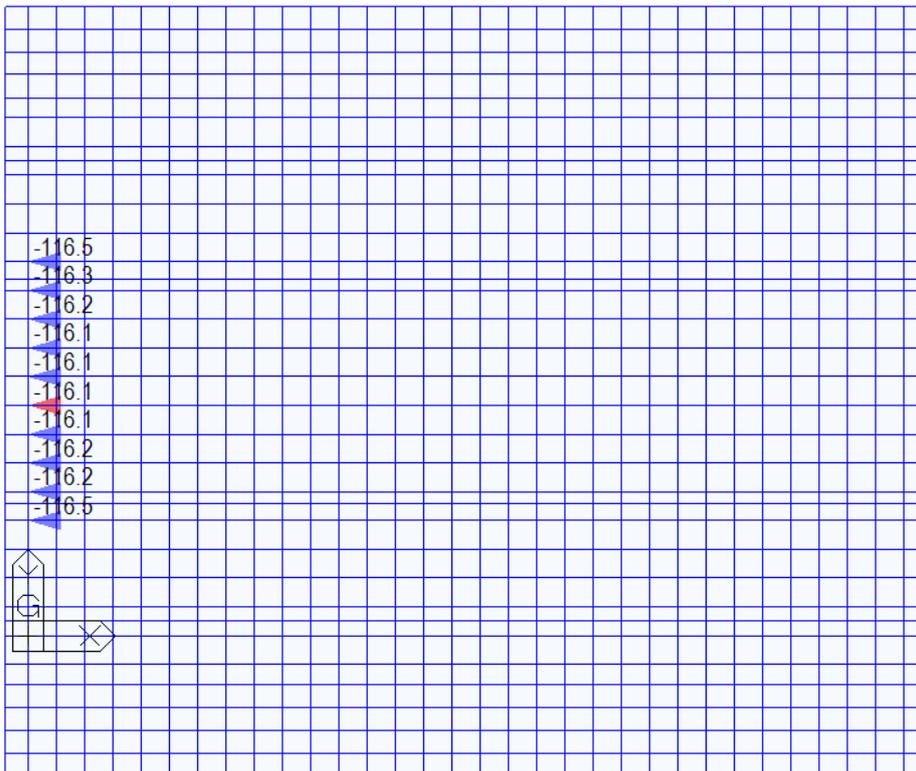
```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Y
MIN. REACTION
NODE= 1010
FY: -21.16
MAX. REACTION
NODE= 1026
FY: -0.10
ST: Qs-Serpeggio
MAX : 1026
MIN : 1010
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azione da serpeggio

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA			
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	82 di 105			



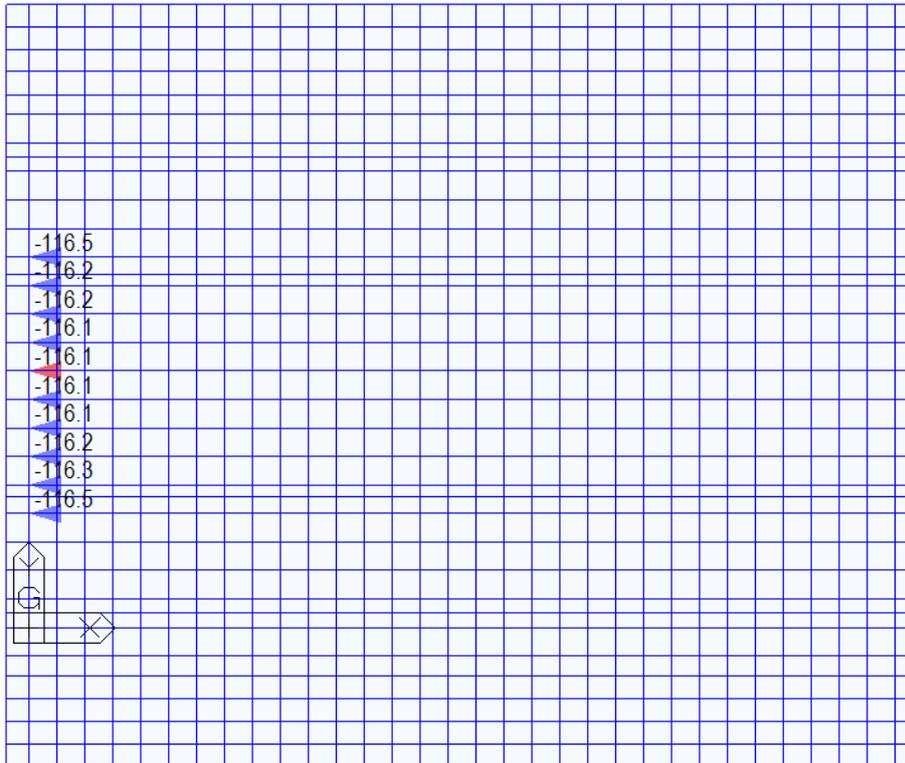
```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-X
MIN. REACTION
NODE= 1026
FX: -116.54
MAX. REACTION
NODE= 1031
FX: -116.06
ST: Q1_1 - Fren/~
MAX : 1031
MIN : 1026
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da frenatura/avviamento (1)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 83 di 105



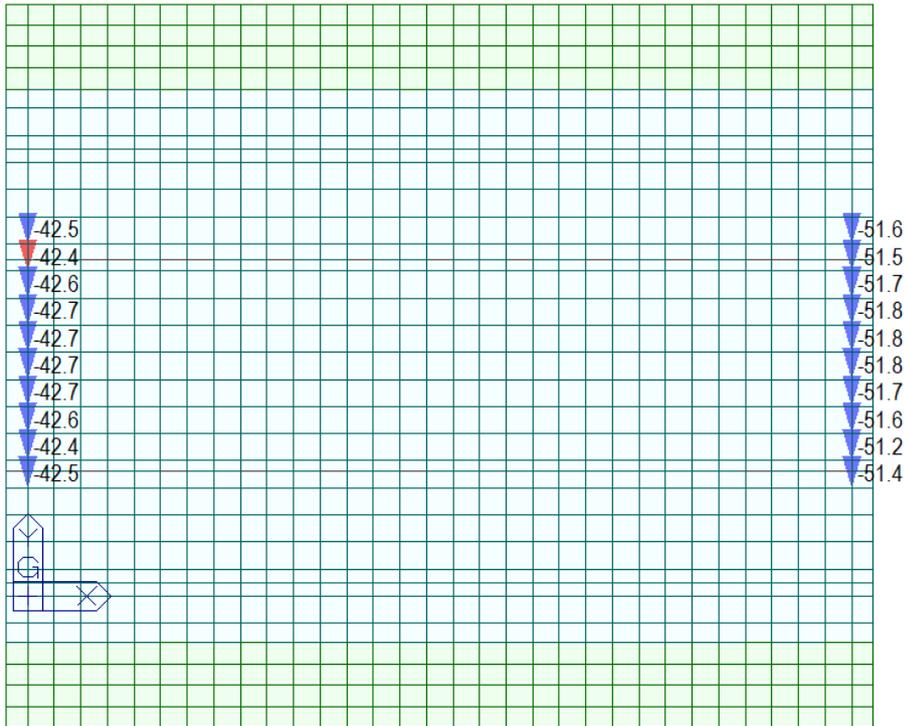
```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-X
MIN. REACTION
NODE= 1035
FX: -116.54
MAX. REACTION
NODE= 1030
FX: -116.06
ST: Q1_2 - Fren/~
MAX : 1030
MIN : 1035
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da frenatura/avviamento (2)

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 84 di 105



```

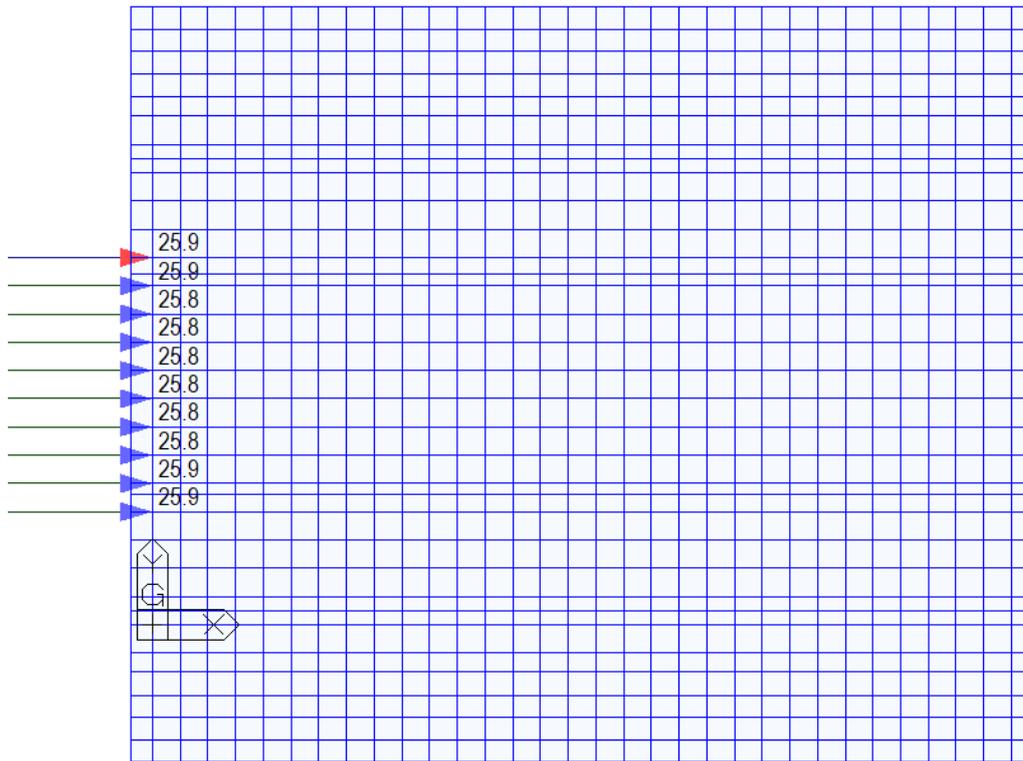
midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-Y
MIN. REACTION
NODE= 1010
FY: -51.85
MAX. REACTION
NODE= 1027
FY: -42.37

SI: Qt-F centrif-
MAX : 1027
MIN : 1010
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da forza centrifuga

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B 85 di 105



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
REACTION FORCE
FORCE-X
MIN. REACTION
NODE= 1031
FX: 25.80
MAX. REACTION
NODE= 1026
FX: 25.91
ST: Attrito
MAX : 1026
MIN : 1031
FILE: impalcato
UNIT: kN
DATE: 05/11/2018
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

```

Reazioni agli appoggi per azioni da attrito ai vincoli

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001
	REV. B	PAGINA 86 di 105

14.2 INVILUPPI DELLE COMBINAZIONI DI CARICO

Nella tabella seguente si riportano le reazioni massime e minime agli appoggi per l'inviluppo delle combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio, per il dimensionamento degli appoggi, relative all'impalcato.

1021	1001
1022	1002
1023	1003
1024	1004
1025	1005
1026	1006
1027	1007
1028	1008
1029	1009
1030	1010
1031	1011
1032	1012
1033	1013
1034	1014
1035	1015
1036	1016
1037	1017
1038	1018
1039	1019
1040	1020

Figura 28 – Numerazione appoggi

F_x = reazione in direzione longitudinale

F_y = reazione in direzione trasversale

F_z = reazione in direzione verticale

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 87 di 105

Node	Load	F_x	F_y	F_z
		(kN)	(kN)	(kN)
1001	SLE-QP	0.0	0.0	355.6
1002	SLE-QP	0.0	0.0	277.9
1003	SLE-QP	0.0	0.0	223.2
1004	SLE-QP	0.0	0.0	194.3
1005	SLE-QP	0.0	0.0	177.9
1006	SLE-QP	0.0	2.2	169.6
1007	SLE-QP	0.0	1.7	167.4
1008	SLE-QP	0.0	1.2	169.5
1009	SLE-QP	0.0	0.7	169.7
1010	SLE-QP	0.0	0.2	170.2
1011	SLE-QP	0.0	-0.2	170.2
1012	SLE-QP	0.0	-0.7	169.7
1013	SLE-QP	0.0	-1.2	169.5
1014	SLE-QP	0.0	-1.7	167.4
1015	SLE-QP	0.0	-2.2	169.6
1016	SLE-QP	0.0	0.0	177.9
1017	SLE-QP	0.0	0.0	194.3
1018	SLE-QP	0.0	0.0	223.2
1019	SLE-QP	0.0	0.0	277.9
1020	SLE-QP	0.0	0.0	355.6
1021	SLE-QP	0.0	0.0	355.6
1022	SLE-QP	0.0	0.0	277.9
1023	SLE-QP	0.0	0.0	223.2
1024	SLE-QP	0.0	0.0	194.3
1025	SLE-QP	0.0	0.0	177.9
1026	SLE-QP	0.4	2.2	169.6
1027	SLE-QP	0.1	1.7	167.4
1028	SLE-QP	-0.1	1.2	169.5
1029	SLE-QP	-0.2	0.7	169.7
1030	SLE-QP	-0.3	0.2	170.2
1031	SLE-QP	-0.3	-0.2	170.2
1032	SLE-QP	-0.2	-0.7	169.7
1033	SLE-QP	-0.1	-1.2	169.5
1034	SLE-QP	0.1	-1.7	167.4
1035	SLE-QP	0.4	-2.2	169.6

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 88 di 105

1036	SLE-QP	0.0	0.0	177.9
1037	SLE-QP	0.0	0.0	194.3
1038	SLE-QP	0.0	0.0	223.2
1039	SLE-QP	0.0	0.0	277.9
1040	SLE-QP	0.0	0.0	355.6
1001	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	733.7
1002	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	648.5
1003	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	599.9
1004	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	592.6
1005	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	592.2
1006	INV SLU-statabs max	0.0	-111.6	575.0
1007	INV SLU-statabs max	0.0	-112.0	517.6
1008	INV SLU-statabs max	0.0	-114.0	497.4
1009	INV SLU-statabs max	0.0	-115.3	494.1
1010	INV SLU-statabs max	0.0	-116.4	503.2
1011	INV SLU-statabs max	0.0	-117.4	522.0
1012	INV SLU-statabs max	0.0	-118.3	543.7
1013	INV SLU-statabs max	0.0	-118.8	549.8
1014	INV SLU-statabs max	0.0	-118.7	512.3
1015	INV SLU-statabs max	0.0	-120.4	428.7
1016	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	429.2
1017	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	446.1
1018	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	468.7
1019	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	510.2
1020	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	561.2
1021	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	740.7
1022	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	645.0
1023	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	584.0
1024	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	562.5
1025	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	553.8
1026	INV SLU-statabs max	211.8	-68.6	542.7
1027	INV SLU-statabs max	210.2	-69.4	531.3
1028	INV SLU-statabs max	209.1	-70.7	523.5
1029	INV SLU-statabs max	208.0	-71.7	510.3
1030	INV SLU-statabs max	207.0	-72.6	499.4
1031	INV SLU-statabs max	206.5	-73.6	503.0
1032	INV SLU-statabs max	206.3	-74.5	519.0
1033	INV SLU-statabs max	206.3	-75.4	529.6
1034	INV SLU-statabs max	206.4	-76.2	520.6

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 89 di 105
				IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		

1035	INV SLU-statabs max	206.8	-77.5	494.0
1036	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	480.1
1037	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	479.4
1038	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	489.1
1039	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	529.4
1040	INV SLU-statabs max	0.0	0.0	590.8
1001	INV SLVabs max	0.0	0.0	449.5
1002	INV SLVabs max	0.0	0.0	362.4
1003	INV SLVabs max	0.0	0.0	301.8
1004	INV SLVabs max	0.0	0.0	284.5
1005	INV SLVabs max	0.0	0.0	288.8
1006	INV SLVabs max	0.0	360.8	279.8
1007	INV SLVabs max	0.0	359.4	251.3
1008	INV SLVabs max	0.0	358.6	233.1
1009	INV SLVabs max	0.0	357.9	227.2
1010	INV SLVabs max	0.0	357.4	223.1
1011	INV SLVabs max	0.0	-357.4	223.2
1012	INV SLVabs max	0.0	-358.0	227.4
1013	INV SLVabs max	0.0	-358.7	233.4
1014	INV SLVabs max	0.0	-359.6	251.4
1015	INV SLVabs max	0.0	-361.1	279.8
1016	INV SLVabs max	0.0	0.0	288.8
1017	INV SLVabs max	0.0	0.0	284.6
1018	INV SLVabs max	0.0	0.0	302.3
1019	INV SLVabs max	0.0	0.0	363.0
1020	INV SLVabs max	0.0	0.0	450.2
1021	INV SLVabs max	0.0	0.0	450.6
1022	INV SLVabs max	0.0	0.0	367.2
1023	INV SLVabs max	0.0	0.0	307.5
1024	INV SLVabs max	0.0	0.0	287.8
1025	INV SLVabs max	0.0	0.0	285.8
1026	INV SLVabs max	679.0	360.9	276.7
1027	INV SLVabs max	677.3	359.5	255.7
1028	INV SLVabs max	-676.6	358.7	249.2
1029	INV SLVabs max	-676.1	358.1	248.9
1030	INV SLVabs max	-675.9	357.6	245.9
1031	INV SLVabs max	-676.0	-357.8	245.9
1032	INV SLVabs max	-676.3	-358.5	248.8
1033	INV SLVabs max	-676.8	-359.3	249.0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 90 di 105
				IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		

1034	INV SLVabs max	677.6	-360.2	255.7
1035	INV SLVabs max	679.4	-361.6	276.7
1036	INV SLVabs max	0.0	0.0	286.2
1037	INV SLVabs max	0.0	0.0	288.2
1038	INV SLVabs max	0.0	0.0	308.1
1039	INV SLVabs max	0.0	0.0	367.9
1040	INV SLVabs max	0.0	0.0	451.4
1001	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	733.7
1002	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	648.5
1003	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	599.9
1004	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	592.6
1005	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	592.2
1006	INV TOT SLUabs max	0.0	360.8	575.0
1007	INV TOT SLUabs max	0.0	359.4	517.6
1008	INV TOT SLUabs max	0.0	358.6	497.4
1009	INV TOT SLUabs max	0.0	357.9	494.1
1010	INV TOT SLUabs max	0.0	357.4	503.2
1011	INV TOT SLUabs max	0.0	-357.4	522.0
1012	INV TOT SLUabs max	0.0	-358.0	543.7
1013	INV TOT SLUabs max	0.0	-358.7	549.8
1014	INV TOT SLUabs max	0.0	-359.6	512.3
1015	INV TOT SLUabs max	0.0	-361.1	428.7
1016	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	429.2
1017	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	446.1
1018	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	468.7
1019	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	510.2
1020	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	561.2
1021	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	740.7
1022	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	645.0
1023	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	584.0
1024	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	562.5
1025	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	553.8
1026	INV TOT SLUabs max	679.0	360.9	542.7
1027	INV TOT SLUabs max	677.3	359.5	531.3
1028	INV TOT SLUabs max	-676.6	358.7	523.5
1029	INV TOT SLUabs max	-676.1	358.1	510.3
1030	INV TOT SLUabs max	-675.9	357.6	499.4
1031	INV TOT SLUabs max	-676.0	-357.8	503.0
1032	INV TOT SLUabs max	-676.3	-358.5	519.0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 91 di 105
				IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		

1033	INV TOT SLUabs max	-676.8	-359.3	529.6
1034	INV TOT SLUabs max	677.6	-360.2	520.6
1035	INV TOT SLUabs max	679.4	-361.6	494.0
1036	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	480.1
1037	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	479.4
1038	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	489.1
1039	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	529.4
1040	INV TOT SLUabs max	0.0	0.0	590.8
1001	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	514.0
1002	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	454.8
1003	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	420.6
1004	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	415.1
1005	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	414.4
1006	INV SLE-Rabs max	0.0	-76.7	402.4
1007	INV SLE-Rabs max	0.0	-77.0	362.7
1008	INV SLE-Rabs max	0.0	-78.4	348.7
1009	INV SLE-Rabs max	0.0	-79.2	346.4
1010	INV SLE-Rabs max	0.0	-80.0	352.6
1011	INV SLE-Rabs max	0.0	-80.8	365.6
1012	INV SLE-Rabs max	0.0	-81.3	380.6
1013	INV SLE-Rabs max	0.0	-81.7	384.9
1014	INV SLE-Rabs max	0.0	-81.7	359.1
1015	INV SLE-Rabs max	0.0	-82.9	301.6
1016	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	302.4
1017	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	314.3
1018	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	330.4
1019	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	359.7
1020	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	395.5
1021	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	518.8
1022	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	452.3
1023	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	409.5
1024	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	394.2
1025	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	388.0
1026	INV SLE-Rabs max	145.2	-47.0	380.0
1027	INV SLE-Rabs max	144.1	-47.6	372.1
1028	INV SLE-Rabs max	143.3	-48.4	366.6
1029	INV SLE-Rabs max	142.5	-49.2	357.5
1030	INV SLE-Rabs max	141.9	-49.8	350.0
1031	INV SLE-Rabs max	141.5	-50.5	352.4

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 Relazione di calcolo impalcato				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 92 di 105

1032	INV SLE-Rabs max	141.4	-51.2	363.4
1033	INV SLE-Rabs max	141.4	-51.8	370.8
1034	INV SLE-Rabs max	141.4	-52.4	364.7
1035	INV SLE-Rabs max	141.7	-53.3	346.7
1036	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	337.4
1037	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	337.3
1038	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	344.4
1039	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	373.0
1040	INV SLE-Rabs max	0.0	0.0	415.9
1001	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	448.8
1002	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	382.6
1003	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	340.3
1004	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	325.3
1005	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	318.1
1006	INV SLE-Fabs max	0.0	-40.8	307.4
1007	INV SLE-Fabs max	0.0	-41.2	282.8
1008	INV SLE-Fabs max	0.0	-42.2	275.2
1009	INV SLE-Fabs max	0.0	-43.0	273.7
1010	INV SLE-Fabs max	0.0	-43.6	277.4
1011	INV SLE-Fabs max	0.0	-44.2	284.8
1012	INV SLE-Fabs max	0.0	-44.8	293.5
1013	INV SLE-Fabs max	0.0	-45.2	296.4
1014	INV SLE-Fabs max	0.0	-45.4	281.7
1015	INV SLE-Fabs max	0.0	-46.3	251.0
1016	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	256.1
1017	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	270.1
1018	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	291.5
1019	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	332.0
1020	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	386.7
1021	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	451.5
1022	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	380.1
1023	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	332.4
1024	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	311.7
1025	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	301.6
1026	INV SLE-Fabs max	71.7	-23.0	293.9
1027	INV SLE-Fabs max	70.9	-23.5	287.7
1028	INV SLE-Fabs max	70.4	-24.3	284.9
1029	INV SLE-Fabs max	69.9	-24.9	279.2
1030	INV SLE-Fabs max	69.5	-25.5	274.5

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 93 di 105

1031	INV SLE-Fabs max	69.3	-26.1	275.7
1032	INV SLE-Fabs max	69.3	-26.7	282.0
1033	INV SLE-Fabs max	69.3	-27.2	286.9
1034	INV SLE-Fabs max	69.5	-27.8	284.4
1035	INV SLE-Fabs max	69.7	-28.5	278.0
1036	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	276.6
1037	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	282.8
1038	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	298.7
1039	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	339.0
1040	INV SLE-Fabs max	0.0	0.0	398.8

Tabella 1 – Reazioni agli appoggi

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 94 di 105

15 VERIFICA DEI GIUNTI

Si riporta di seguito la verifica dei giunti, condotta secondo quanto prescritto dalla norma RFI Parte II – Sezione II par. 2.5.2.1.5.1.

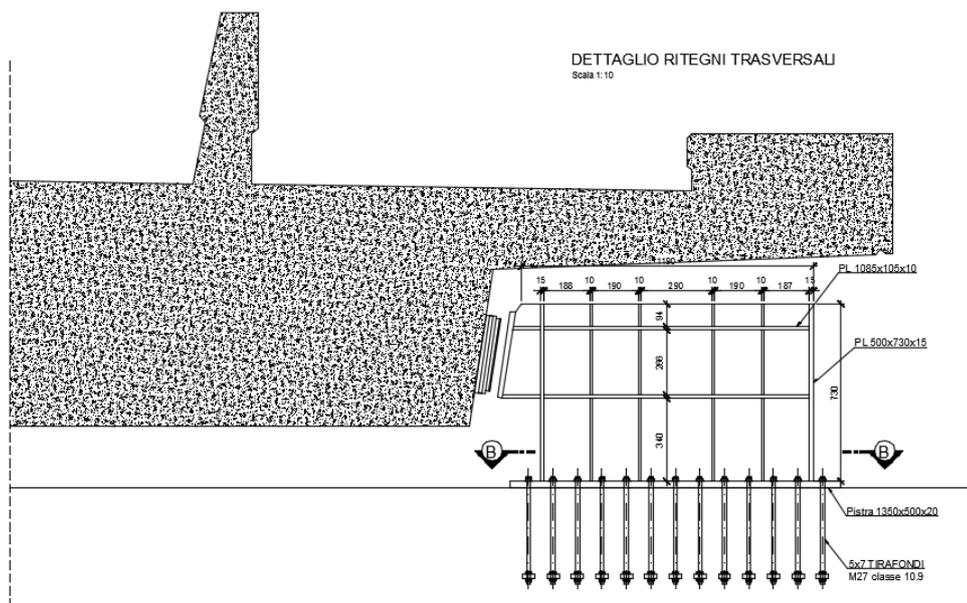
SL01		
L	16.6	m
alfa	0.00001	
DT	15	°
E1	7.5	mm
k1	0.45	
k2	0.55	
dEe	30	mm
mud	1	
dE	30	mm
E2	66	mm
ag	0.271	
S	1.283	
ag*S	0.348	
Tc	0.523	s
Td	2.683	s
dgi	119.7	mm
dgl	119.7	mm
dij,max	211.5	mm
x	16.6	m
vs	270	m/s
dij,0	0	mm
dij(x)	34.4	mm
E3	68.8	mm
EL	154.8	mm
corsa min. appoggi +/-	96.7	mm
escursione min. giunti +/-	87.4	mm
Varco min	97.4	mm
Dist. Ritegno	87	mm

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B PAGINA 95 di 105

16 RITEGNI

16.1 RITEGNI TRASVERSALI

I ritegni longitudinali sono realizzati mediante l'impiego di profilati metallici costituiti da piatti saldati fissati alla piattabanda inferiore della trave in acciaio dell'impalcato. Su ciascuna delle due estremità dell'impalcato sono previsti 2 ritegni trasversali.



Ritegni trasversali

Azioni agenti

Vtot,Long	8017 kN	Taglio totale
nrl	2	numero ritegni
Ved	4009 kN	Taglio su singolo ritegno
H	0.545 m	Distanza mensola
M	2185 kNm	Momento agente su singolo ritegno

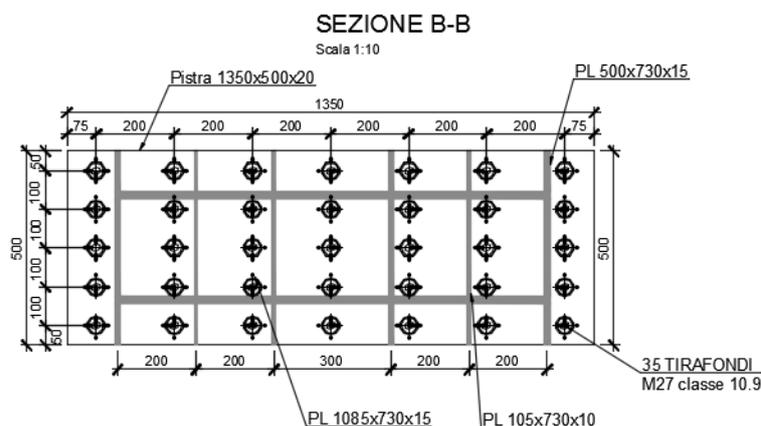
Si riporta l'esito della verifica a flessione del profilato metallico saldato:

Verifica Profilo

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 97 di 105

La tensione massima nell'acciaio è di 191 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1$ N/mm². La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il ritegno è costituito da piatti in acciaio collegati tra di loro tramite saldature a completa penetrazione. La piastra di base, collegata alla spalla tramite 35 tirafondi M27 classe 10.9, ha dimensione 1350X500x20. I tirafondi sono disposti su 13 file poste ad interasse costante 200 mm.



Si riporta la verifica a taglio e trazione dell'unione, e la verifica a rifollamento della piastra di base.

Per la verifica in presenza combinata di trazione e taglio deve risultare:

$$F_{V,Ed} / \min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd}) + F_{t,Ed} / (1.4 * \min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})) \leq 1$$

in cui:

$F_{V,Ed}$ è lo sforzo di taglio di calcolo sui tirafondi

$F_{t,Ed}$ è lo sforzo di trazione di calcolo sui tirafondi

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei tirafondi ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 98 di 105

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei tirafondi ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Nel caso in esame risulta:

Calcolo trazione su bulloni					
M	2185	kNm			
Interasse L	0.20	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	25	5	4.9
2	0.25	0.0625	123	5	24.6
3	0.45	0.2025	221	5	44.2
4	0.65	0.4225	320	5	63.9
5	0.85	0.7225	418	5	83.6
6	1.05	1.1025	516	5	103.2
7	1.25	1.5625	614	5	122.9

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 122.90 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 4009 \text{ kN} / 35 = 114.50 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

$$\frac{114.50}{183.60} + \frac{122.90}{1.4 \times 158.75} = 0.89 < 1.00$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta. Si riporta di seguito il calcolo effettuato:

Verifica collegamento

N bull	35	numero bulloni collegamento
F _{v,ed}	114.5 kN	Taglio su singolo Bullone
F_{v,Rd}	184 kN	Resistenza di calcolo a taglio dei bulloni
Classe	10.9	

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 99 di 105

n	35
Diametro	27 mm
Ares	459 mm
Ares, tot	16065 mm ²
ftb	1000 Mpa

Fb,Rd	507 kN	Resistenza a rifollamento piatto unione
k	2.3	
a	1	
ft,k	510	
d	27	
t	20	
gm2	1.25	
Min (Fv,Rd;Fb,Rd)	184 kN	

Ft,Rd	330 kN	Resistenza di calcolo a trazione dei bulloni
		Resistenza a punzonamento del piatto di collegamento
Bp,Rd	4151 kN	
Fkt	510	
gM2	1.25	
tp	20	
dm	27	
Min (Ft,Rd;Bb,Rd)	330 kN	

Il respingente in Neoprene armato ha dimensione Bx H= 550x300 = 165000 mm². La sollecitazione in combinazione sismica SLC è pari a 4009 KN, pertanto la massima tensione sul respingente è pari a:

$$\sigma = N/A = 24.29 \text{ MPa}$$

valore inferiore al limite di 25 MPa indicato dai fornitori.

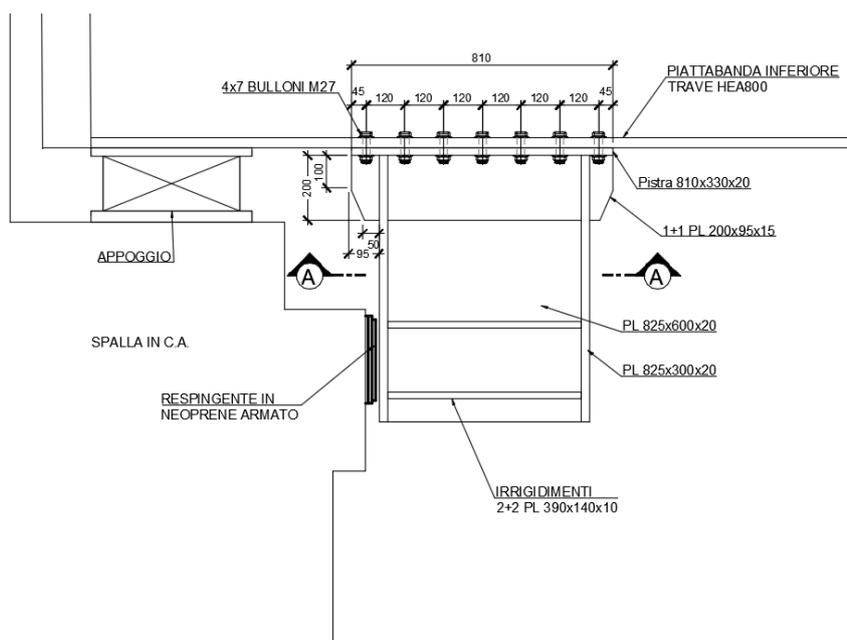
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.0.1.00.001	B	100 di 105

16.2 RITEGNI LONGITUDINALI

I ritegni longitudinali sono realizzati mediante l'impiego di profilati metallici costituiti da piatti saldati fissati alla piattabanda inferiore della trave in acciaio dell'impalcato. Su ciascuna delle due estremità dell'impalcato sono previsti 4 ritegni longitudinali.

DETTAGLIO RITEGNI LONGITUDINALI

Scala 1:10



Ritegni longitudinali

Azioni agenti

V _{tot,Long}	8018 kN	Taglio totale
n _{rl}	4	numero ritegni
V _{ed}	2004.5 kN	Taglio su singolo ritegno
H	0.65 m	Distanza mensola
M	1303 kNm	Momento agente su singolo ritegno

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 Relazione di calcolo impalcato	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.0.1.00.001 B 101 di 105	

Si riporta l'esito della verifica a flessione del profilato metallico saldato:

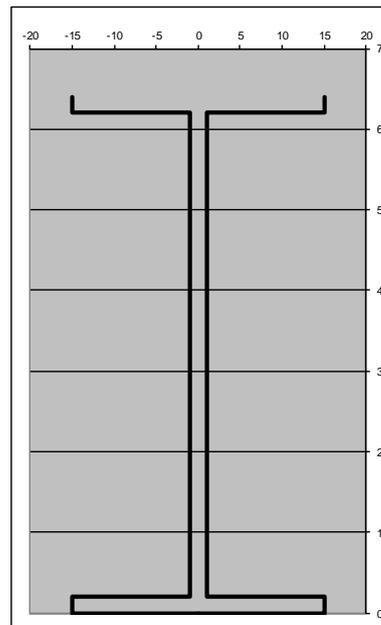
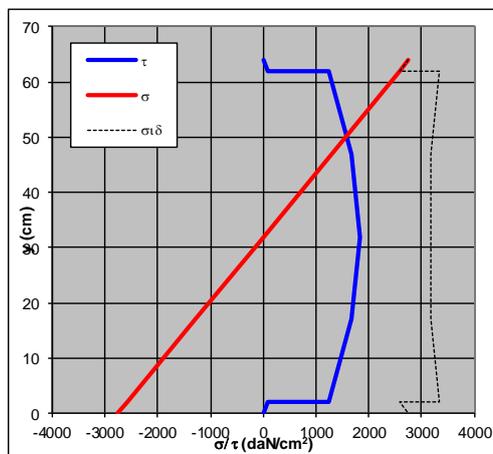
Verifica Profilo

N	-	daN	Ptb Sup	b	s
Med	130	300	Anima	30.0	2.0
Ved	200	500	Ptb Inf	30.0	2.0
		daN		cm	cm

	b	h	A	y _g	S _x (y=0)	J _x	A'	y _g '	S _x (y _g)	T S _x / J
	cm	cm	cm ²	cm	cm ³	cm ⁴	cm ²	cm	cm ³	daN/cm
1	30.0	2.0	60.0	63.00	3780	57680	60.0	63.00	1860	2463.9
2	2.0	15.0	30.0	54.50	1635	15750	90.0	60.17	2535	3358.0
3	2.0	15.0	30.0	39.50	1185	2250	120.0	55.00	2760	3656.1
4	2.0	15.0	30.0	24.50	735	2250	150.0	48.90	2535	3358.0
5	2.0	15.0	30.0	9.50	285	15750	180.0	42.33	1860	2463.9
6	30.0	2.0	60.0	1.00	60	57680	240.0	32.00	0	0.0
	64.0		240.0	32.00		151360				

τ	σ	σ _{id}	y
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	cm
0	2755	2755	64.0
82	2583	2586	62.0
1232	2583	3350	62.0
1679	1291	3182	47.0
1679	1291	3182	47.0
1828	0	3166	32.0
1828	0	3166	32.0
1679	-1291	3182	17.0
1679	-1291	3182	17.0
1232	-2583	3350	2.0
82	-2583	2586	2.0
0	-2755	2755	0
	2755	3350	0

A	240	cm ²
J _x	151 360	cm ⁴
W _{sup}	4 730	cm ³
W _{inf}	4 730	cm ³
A _{t,0}	119.4	cm ²
A _{t,a-p}	109.7	cm ²



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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 102 di 105

La tensione massima nell'acciaio è di 335 N/mm² ed è minore della tensione limite consentita pari invece a $f_{yk}/\gamma_{M0} = 355/1.05 = 338.1$ N/mm². La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il collegamento tra la piastra metallica a cui è saldato il profilato e la piattabanda inferiore della trave di impalcato è realizzato mediante 28 bulloni M27 di classe 10.9, disposti su n.7 file con interasse pari a 120mm.

Si riportano la verifica a taglio e trazione dei bulloni e le verifiche a rifollamento della piastra.

Per la verifica dei bulloni in presenza combinata di trazione e taglio deve risultare:

$$F_{V,Ed} / \min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd}) + F_{t,Ed} / (1.4 * \min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})) \leq 1$$

in cui:

$F_{V,Ed}$ è lo sforzo di taglio di calcolo sui bulloni

$F_{t,Ed}$ è lo sforzo di trazione di calcolo sui bulloni

$\min(F_{V,Rd}; F_{b,Rd})$ è la resistenza di calcolo a taglio dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a taglio dei bulloni ($F_{V,Rd}$) e la resistenza al rifollamento del piatto dell'unione ($F_{b,Rd}$)

$\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})$ è la resistenza di calcolo a trazione dell'unione che è pari al valore minimo tra la resistenza di calcolo a trazione dei bulloni ($F_{t,Rd}$) e la resistenza a punzonamento del piatto collegato ($B_{p,Rd}$)

Calcolo trazione su bulloni					
M	1303	kNm			
Interasse L	0.12	m			
File	x	x ²	Ft, fila	n B/ fila	Ft, bullone
1	0.05	0.0025	41	4	10.3
2	0.17	0.0289	140	4	35.0
3	0.29	0.0841	239	4	59.8
4	0.41	0.1681	338	4	84.5
5	0.53	0.2809	437.0848	4	109.3
6	0.65	0.4225	536.0474	4	134.0
7	0.77	0.5929	635.01	4	158.8

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 103 di 105

La massima trazione agente sul bullone è pertanto pari a:

$$F_{t,Ed} = 158.80 \text{ kN}$$

Il taglio agente sul singolo bullone è pari a:

$$F_{V,Ed} = V_{TOT,trasv.} / n_{rt} = 2004.5 \text{ kN} / 28 = 71.60 \text{ kN}$$

Nel caso in esame risulta:

$$\frac{71.60}{183.60} + \frac{158.80}{1.4 \times 158.75} = 0.73 < 1.00$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta. Si riporta di seguito il calcolo effettuato:

Verifica collegamento

N bull	28	numero bulloni collegamento
Fv,ed	71.59 kN	Taglio su singolo Bullone
Fv,Rd	183.6 kN	Resistenza di calcolo a taglio dei bulloni
Classe	10.9	
n	28	
Diametro	27 mm	
Ares	459 mm	
Ares, tot	12852 mm ²	
ftb	1000 Mpa	
Fb,Rd	633 kN	Resistenza a rifollamento piatto unione
k	2.3	
a	1	
ft,k	510	
d	27	
t	25	
gm2	1.25	

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. PAGINA B 104 di 105

Min (Fv,Rd;Fb,Rd) 184 kN

F_{t,Rd} 330 kN

Resistenza di calcolo a trazione dei bulloni

B_{p,Rd} **5189** kN

Resistenza a punzonamento del piatto di collegamento

Fkt 510

gM2 1.25

tp 25

dm 27

Min (F_{t,Rd};B_{b,Rd}) 330 kN

Il respingente in Neoprene armato ha dimensione BxH= 350x250 = 87500 mm². La sollecitazione in combinazione sismica SLC è pari a 2004.5 KN, pertanto la massima tensione sul respingente è pari a:

$$\sigma = N/A = 22.90 \text{ MPa}$$

valore inferiore al limite di 25 MPa indicato dai fornitori.

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 Relazione di calcolo impalcato		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.0.1.00.001	REV. B	PAGINA 105 di 105

17 CALCOLO INCIDENZA

Elemento	VOLUME CLS (mc)	Armatura trasversale				Armatura longitudinale				Altra armatura				Sommano (kg)	Incidenza di progetto			
		pos.	φ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)	pos.	φ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)	pos.	φ (mm)			L (m)	n. -	P (kg)
IMPALCATO	1.0	sup	12	1	5	4.4	sup	12	1	6	5.3	sovr.+varie				22.0	60.4	60
		inf	22	1	3	8.9	inf	10	1	4	2.5					0.0		
		staffe	10	2.8	10	17.3										0.0		
							0.0					0.0				0.0		
							0.0					0.0				0.0		
							0.0					0.0				0.0		