

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

VI02 - VIADOTTO DAL Km.9+536.29 al Km. 10+378.69

Relazione di calcolo spalla SP2

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	V	I	0	2	0	4	0	0	2	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

File: IF1M.0.0.E.ZZ.CL.VI.02.0.4.002.A

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 2 di 105

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	12
4.1	CALCESTRUZZO	12
4.1.1	Strutture di elevazione.....	12
4.1.2	Plinto di fondazione	12
4.1.3	Pali di fondazione.....	13
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE	14
4.3	COPRIFERRI MINIMI.....	14
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	15
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	15
5.2	LQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI	16
5.3	CAPACITA' PORTANTE DEI PALI	16
6	ANALISI DEI CARICHI.....	22
6.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G_1	22
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G_2	22
6.3	CARICHI ACCIDENTALI Q_1	23
6.4	CARICHI ACCIDENTALI Q_1 SOLETTA INFERIORE.....	25
6.4.1	Effetti dinamici	28

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A 3 di 105

6.4.2	Numero di treni contemporanei.....	28
6.5	TRENO SCARICO Q_2.....	29
6.6	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA Q_3.....	29
6.7	AZIONE CENTRIFUGA Q_4	30
6.8	AZIONE LATERALE (SERPEGGIO) Q_5.....	32
6.9	AZIONE DEL VENTO Q_6.....	32
6.10	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI.....	32
6.11	CARICHI SUI MARCIAPIEDI	32
6.12	AZIONI SISMICHE Q_7	33
6.13	PRESSIONE DEL TERRENO.....	46
6.14	RIEPILOGO DEI CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO	46
6.15	VARIAZIONI TERMICHE ϵ_3.....	48
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	49
8	CRITERI DI MODELLAZIONE	55
9	ANALISI DEI RISULTATI.....	58
10	CRITERI DI VERIFICA	61
10.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	61
10.1.1	Verifica a fessurazione	61
10.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio.....	62
10.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	63
10.2.1	Sollecitazioni flettenti	63
10.2.2	Sollecitazioni taglianti	63
11	VERIFICHE.....	66

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 4 di 105

11.1	VERIFICA DEL MURO FRONTALE.....	66
11.1.1	<i>Verifica dell'armatura verticale.....</i>	67
11.1.2	<i>Verifica dell'armatura orizzontale.....</i>	70
11.1.3	<i>Verifica a taglio.....</i>	73
11.2	VERIFICA DEL MURO PARAGHIAIA.....	73
11.2.1	<i>Verifica dell'armatura verticale.....</i>	74
11.2.2	<i>Verifica dell'armatura orizzontale.....</i>	76
11.2.3	<i>Verifica a taglio.....</i>	80
11.3	VERIFICA DEI MURI LATERALI.....	81
11.3.1	<i>Verifica dell'armatura verticale.....</i>	81
11.3.2	<i>Verifica dell'armatura orizzontale.....</i>	84
11.3.3	<i>Verifica a taglio.....</i>	87
11.4	VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
11.4.1	<i>Verifica dell'armatura longitudinale.....</i>	88
11.4.2	<i>Verifica dell'armatura trasversale.....</i>	91
11.4.3	<i>Verifica a taglio e punzonamento.....</i>	94
11.5	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE.....	96
11.5.1	<i>Verifiche a pressoflessione e taglio.....</i>	96
11.6	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	100
11.6.1	<i>Verifiche di capacità portante.....</i>	100
11.6.2	<i>Valutazione dei cedimenti in fondazione.....</i>	101
11.6.3	<i>Verifiche del carico limite orizzontale.....</i>	101
12	INCIDENZE.....	104

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p align="center">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p align="center">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo	<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>VI.02.0.4.002</td> <td>A</td> <td>5 di 105</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	5 di 105
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	5 di 105								

13 INDICE DELLE FIGURE 105

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 6 di 105

1 **PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali della spalla "S2" del viadotto "VI02", nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le pk 0+000 e 15+585.

Per le verifiche delle strutture di copertura, sia intermini di resistenza che di deformabilità, si rimanda a quanto riportato nella relazione dell'opera "IV03 - OPERA DI SCAVALCO RACCORDO INDUSTRIALE DA KM 10+410 A KM 10+527,60 (INIZIO RILEVATO RI04)":

IF1M.0.0.E.ZZ.CL.IV.03.0.7.001.A	Realzione di calcolo
----------------------------------	----------------------

L'opera in oggetto è in continuità con la Spalla S2 e per quanto riguarda la soletta di copertura ha stesse condizioni di carico, geometria e condizioni al contorno della parte terminale della spalla.

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<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 VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 7 di 105
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo								

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il viadotto in oggetto è realizzato in corrispondenza della spalla in esame (definita spalla S2) da un impalcato ad arco di 80m di luce.

La piattaforma ferroviaria ha una larghezza totale di 13.70 m e ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m

La spalla S2 è caratterizzata da un'altezza massima pari a 10.84m dallo spiccato di fondazione. Il muro frontale è alto 7.93m, spesso 2.50m e presenta una larghezza di 14.60m. Il muro paraghiaia ha uno spessore di 0.70m ed un'altezza massima di 3.00m.

La fondazione di tipo indiretto è costituita da un plinto su pali. La platea ha uno spessore 2.00m e presenta dimensioni in pianta 21.00x42.60 rispettivamente in direzione trasversale e longitudinale. La palificata si compone di 38 pali Ø 1500.

La spalla S2 presenta dei vincoli "fissi" in direzione longitudinale.

La Spalla è attraversata dal passaggio dell'asse ferroviario a singolo binario del raccordo industriale. Il piano del ferro è posto 7.02m al di sotto della livelletta dell'asse principale. Lo scatolare che permette il passaggio della linea ha piedritti di spessore 0.80m e soletta superiore di 0.85m e luce in ortogonale tra le pareti di 6.20m.

Il franco altimetrico, come nel progetto definitivo, è pari ad 5.35m.

Si riportano, di seguito, alcune viste dell'opera in progetto. Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

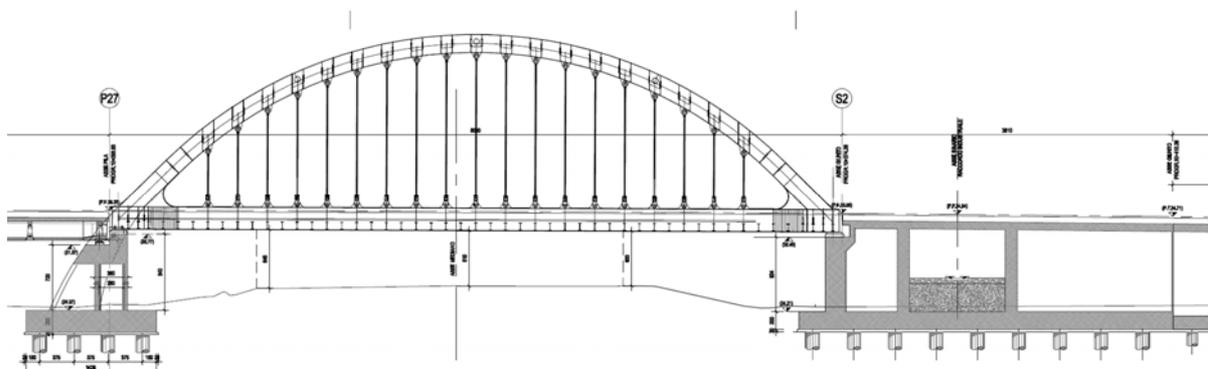


Figura 1: Profilo longitudinale – Vista S2

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		Mandante: ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 8 di 105

SEZIONE B-B

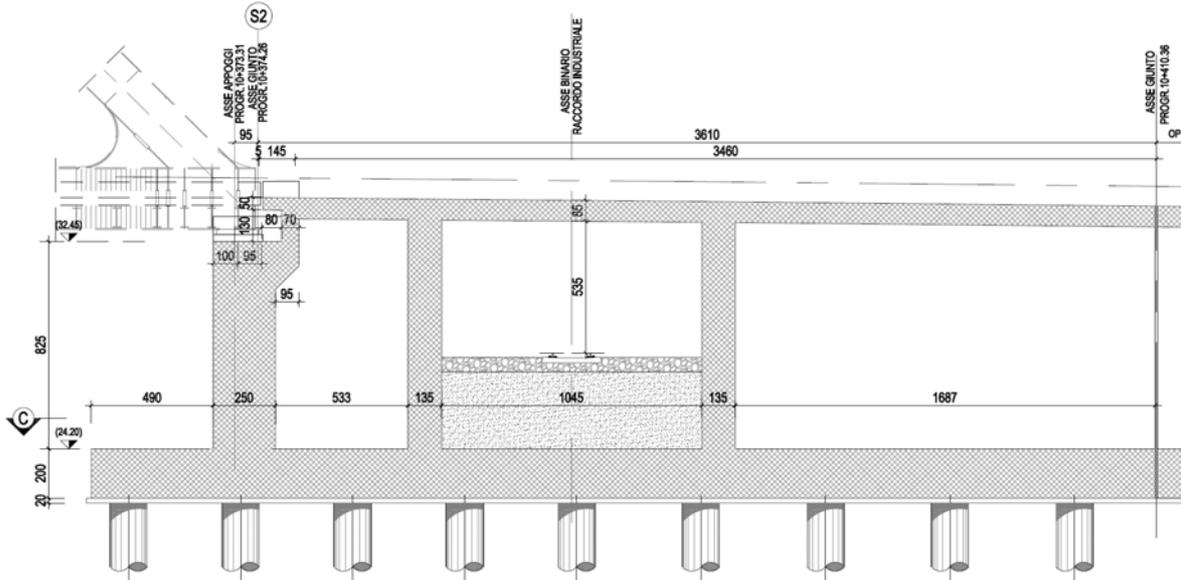


Figura 2: Sezione longitudinale – S2

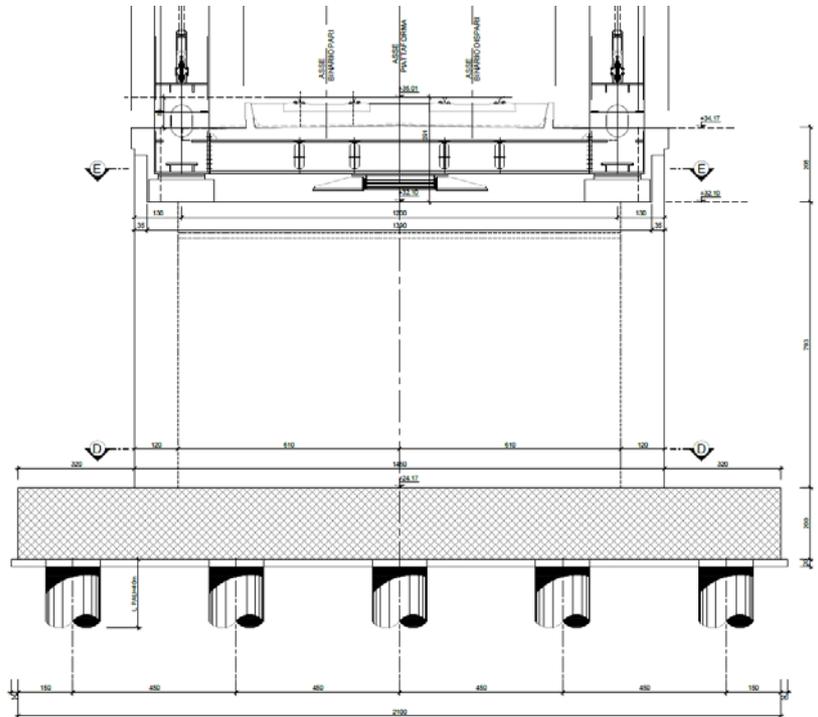


Figura 3: Sezione trasversale – S2

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 10 di 105

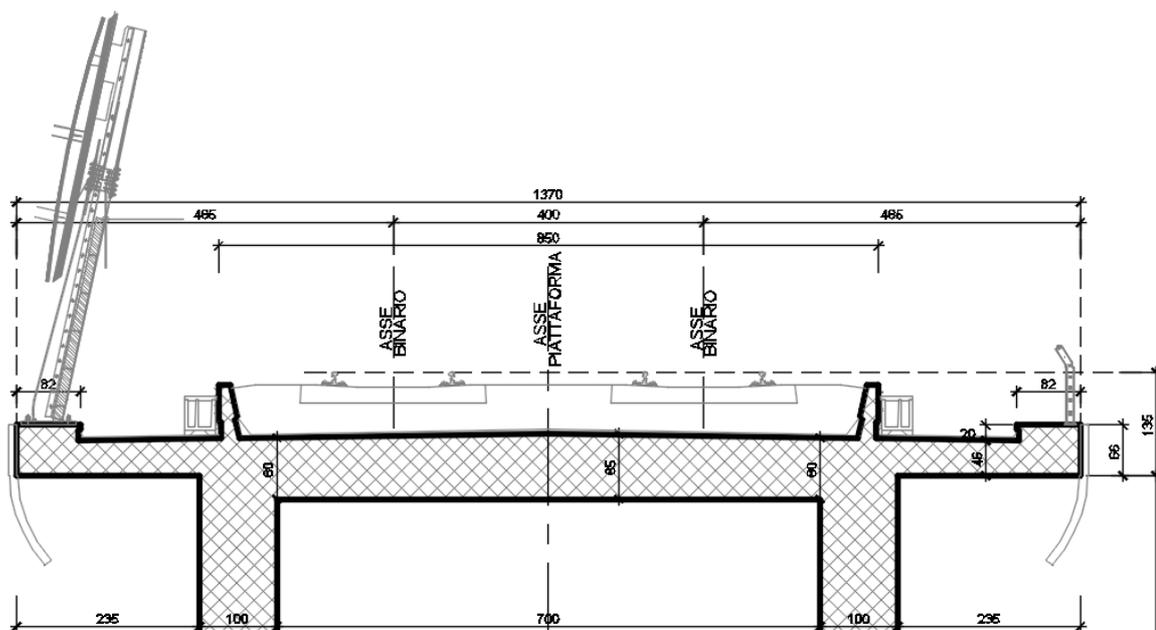


Figura 6: Copertura – ved elaborato IF1M.0.0.E.ZZ.CL.IV.03.0.7.001.A

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 11 di 105

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> 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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 12 di 105

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2016.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Strutture di elevazione

Per il getto della spalla si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4

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

Classe minima di consistenza: S4-S5

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

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

4.1.2 Plinto di fondazione

Per il getto in opera del plinto di fondazione della spalla si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 13 di 105

C28/35 $f_{ck} \geq 28$ MPa $R_{ck} \geq 35$ MPa

Classe minima di consistenza: S4-S5

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

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	35	N/mm^2
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	29.05	N/mm^2
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	37.05	N/mm^2
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	19.37	N/mm^2
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	16.46	N/mm^2
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2.83	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1.98	N/mm^2
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.40	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.32	N/mm^2
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	32588	N/mm^2

4.1.3 Pali di fondazione

Per il getto in opera dei pali di fondazione della spalla si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

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

Classe minima di consistenza: S4-S5

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

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm^2
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24.90	N/mm^2
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32.90	N/mm^2
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16.60	N/mm^2
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14.11	N/mm^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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 14 di 105

Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$	[Rck<50/60]	2.56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0.05} = 0.7 f_{ctm}$		1.79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$		3.07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0.05} / 1.5$		1.19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$		31447	N/mm ²

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

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

4.3 COPRIFERRI MINIMI

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

Strutture di elevazione	4.0 cm
Plinto di fondazione	4.0 cm
Pali di fondazione	6.0 cm

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 15 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					

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Nella Tabella 1 è riportato un quadro di sintesi dei parametri geotecnici relativi alle formazioni, descritte nell'elenco seguente, in cui ricadono le fondazioni della spalla in esame. Per maggiori approfondimenti si rimanda alla Relazione Geotecnica.

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

Tabella 1 - Parametri geotecnici spalla S2

strato	Formazione	spessore strato	zbase strato	γ	ϕ
		(m)	(m da pc)	(kN/m ³)	(°)
1	DI	4.5	4.5	16	30
2	Po	5.5	10.0	16	33
3	Po	5.5	15.5	15	35
4	Ts-sabbia	5.5	21.0	16	37
5	Pb	29.0	50.0	16	37

La falda si rinviene a 3.00m dal piano campagna.

Per il rilevato ferroviario sono state considerate le seguenti caratteristiche:

$\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0.00 \text{ kPa}$	coesione drenata

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 16 di 105				

5.2 LQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI

Sulla base delle indagini eseguite, la spalla S1 non è soggetta alla liquefacibilità dei terreni.

5.3 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI

Si riportano le curve di capacità portante per pali trivellati Ø1500 ricavate per l'Approccio normativo A1+M1+R3.

Tabella 1 – Capacità portante per pali trivellati Ø1500 spalla S1 – Compressione

z da p.c.	Lp	β	$\sigma'v$	τ_i	QII	qbl	Qbl	Wp	Qu	Qd
[m]	[m]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	6	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	13	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	24	19	0	0	0	0	0	0
2.0	-	-	32	26	0	0	0	0	0	0
2.5	0.0	0.80	40	32	0	0	0	0	0	0
3.0	0.5	0.80	48	38	83	340	601	8	676	359
3.5	1.0	0.80	56	45	181	340	601	16	766	410
4.0	1.5	0.80	64	51	294	340	601	24	871	470
4.5	2.0	0.80	67	54	418	340	601	32	987	536
5.0	2.5	0.77	70	54	544	1020	1802	40	2307	1240
5.5	3.0	0.74	73	54	671	1020	1802	48	2426	1309
6.0	3.5	0.71	76	54	799	1020	1802	56	2545	1377
6.5	4.0	0.68	79	54	925	1020	1802	64	2664	1446
7.0	4.5	0.65	82	53	1051	1020	1802	72	2782	1514
7.5	5.0	0.62	85	53	1176	1020	1802	80	2899	1581
8.0	5.5	0.59	88	52	1300	1020	1802	87	3015	1647
8.5	6.0	0.56	91	51	1421	1020	1802	95	3128	1712
9.0	6.5	0.53	94	50	1540	1020	1802	103	3239	1776
9.5	7.0	0.50	97	49	1655	1020	1802	111	3347	1837
10.0	7.5	0.48	100	48	1769	1020	1802	119	3452	1897
10.5	8.0	0.46	103	47	1881	2125	3755	141	5495	2971
11.0	8.5	0.44	105	46	1991	2125	3755	150	5596	3028
11.5	9.0	0.42	108	45	2099	2125	3755	159	5695	3084
12.0	9.5	0.40	110	44	2204	2125	3755	168	5791	3137
12.5	10.0	0.38	113	43	2306	2125	3755	177	5884	3189

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 17 di 105			

13.0	10.5	0.36	115	41	2405	2125	3755	186	5975	3239
13.5	11.0	0.34	118	40	2501	2125	3755	194	6062	3288
14.0	11.5	0.32	120	38	2593	2125	3755	203	6145	3333
14.5	12.0	0.30	123	37	2682	2125	3755	212	6225	3377
15.0	12.5	0.30	125	38	2769	2125	3755	221	6304	3420
15.5	13.0	0.30	128	38	2858	2125	3755	230	6384	3464
16.0	13.5	0.30	131	39	2950	3393	5996	215	8731	4725
16.5	14.0	0.30	134	40	3043	3471	6134	223	8954	4846
17.0	14.5	0.30	137	41	3138	3549	6272	231	9179	4968
17.5	15.0	0.30	140	42	3236	3627	6409	239	9407	5091
18.0	15.5	0.30	143	43	3336	3705	6547	247	9636	5215
18.5	16.0	0.30	146	44	3437	3783	6685	254	9868	5341
19.0	16.5	0.30	149	45	3541	3861	6823	262	10102	5468
19.5	17.0	0.30	152	45	3647	3939	6961	270	10338	5597
20.0	17.5	0.30	155	46	3755	4017	7099	278	10576	5726
20.5	18.0	0.30	158	47	3865	4095	7236	286	10815	5857
21.0	18.5	0.30	161	47	3976	4173	7374	294	11056	5989
21.5	19.0	0.29	164	48	4088	3230	5708	302	9494	5166
22.0	19.5	0.29	167	49	4202	3230	5708	310	9600	5227
22.5	20.0	0.29	170	49	4318	3230	5708	318	9707	5288
23.0	20.5	0.29	173	50	4435	3230	5708	326	9816	5351
23.5	21.0	0.29	176	51	4553	3230	5708	334	9927	5414
24.0	21.5	0.29	179	51	4673	3230	5708	342	10039	5478
24.5	22.0	0.29	182	52	4794	3230	5708	350	10152	5543
25.0	22.5	0.28	185	52	4916	3230	5708	358	10267	5609
25.5	23.0	0.28	188	53	5040	3230	5708	366	10382	5675
26.0	23.5	0.28	191	53	5166	3230	5708	374	10500	5743
26.5	24.0	0.28	194	54	5292	3230	5708	382	10618	5811
27.0	24.5	0.28	197	55	5420	3230	5708	390	10738	5880
27.5	25.0	0.28	200	55	5549	3230	5708	398	10859	5950
28.0	25.5	0.27	203	56	5680	3230	5708	406	10982	6020
28.5	26.0	0.27	206	56	5811	3230	5708	414	11105	6092
29.0	26.5	0.27	209	57	5944	3230	5708	421	11230	6164
29.5	27.0	0.27	212	57	6078	3230	5708	429	11356	6237
30.0	27.5	0.27	215	58	6213	3230	5708	437	11484	6311
30.5	28.0	0.27	218	59	6351	3230	5708	445	11613	6386
31.0	28.5	0.27	221	60	6490	3230	5708	453	11745	6462
31.5	29.0	0.27	224	60	6631	3230	5708	461	11878	6539
32.0	29.5	0.27	227	61	6774	3230	5708	469	12013	6618

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 18 di 105

32.5	30.0	0.27	230	62	6919	3230	5708	477	12150	6698
33.0	30.5	0.27	233	63	7066	3230	5708	485	12289	6779
33.5	31.0	0.27	236	64	7215	3230	5708	493	12430	6861
34.0	31.5	0.27	239	64	7366	3230	5708	501	12573	6944
34.5	32.0	0.27	242	65	7519	3230	5708	509	12718	7028
35.0	32.5	0.27	245	66	7673	3230	5708	517	12864	7114
35.5	33.0	0.27	248	67	7830	3230	5708	525	13013	7201
36.0	33.5	0.27	251	68	7988	3230	5708	533	13163	7289
36.5	34.0	0.27	254	68	8149	3230	5708	541	13316	7378
37.0	34.5	0.27	257	69	8311	3230	5708	549	13470	7469
37.5	35.0	0.27	260	70	8475	3230	5708	557	13626	7560
38.0	35.5	0.27	263	71	8641	3230	5708	565	13784	7653
38.5	36.0	0.27	266	72	8809	3230	5708	573	13944	7747
39.0	36.5	0.27	269	72	8979	3230	5708	581	14106	7842
39.5	37.0	0.27	272	73	9151	3230	5708	588	14270	7939
40.0	37.5	0.27	275	74	9324	3230	5708	596	14436	8036
40.5	38.0	0.27	278	75	9500	3230	5708	604	14603	8135
41.0	38.5	0.27	281	76	9677	3230	5708	612	14773	8235
41.5	39.0	0.27	284	77	9857	3230	5708	620	14944	8336
42.0	39.5	0.27	287	77	10038	3230	5708	628	15118	8438
42.5	40.0	0.27	290	78	10221	3230	5708	636	15293	8542
43.0	40.5	0.27	293	79	10406	3230	5708	644	15470	8646
43.5	41.0	0.27	296	80	10593	3230	5708	652	15649	8752
44.0	41.5	0.27	299	81	10782	3230	5708	660	15830	8859
44.5	42.0	0.27	302	81	10973	3230	5708	668	16013	8967
45.0	42.5	0.27	305	82	11166	3230	5708	676	16198	9077
45.5	43.0	0.27	308	83	11361	3230	5708	684	16385	9187
46.0	43.5	0.27	311	84	11557	3230	5708	692	16573	9299
46.5	44.0	0.27	314	85	11756	3230	5708	700	16764	9412
47.0	44.5	0.27	317	85	11956	3230	5708	708	16956	9526
47.5	45.0	0.27	320	86	12158	3230	5708	716	17151	9641
48.0	45.5	0.27	323	87	12363	3230	5708	724	17347	9758
48.5	46.0	0.27	326	88	12569	3230	5708	732	17545	9876
49.0	46.5	0.27	329	89	12777	3230	5708	740	17745	9994
49.5	47.0	0.27	332	90	12987	3230	5708	748	17947	10115
50.0	47.5	0.27	335	90	13199	3230	5708	755	18151	10236

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.02.0.4.002 A 19 di 105	

Tabella 2 – Capacità portante per pali trivellati Ø1500 spalla S1 - Trazione

z da p.c.	Lp	β	$\sigma'v$	τ_i	Qll	qbl	Qbl	Wp	Qu	Qd
[m]	[m]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kN]	[kPa]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	6	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	13	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	24	19	0	0	0	0	0	0
2.0	-	-	32	26	0	0	0	0	0	0
2.5	0.0	0.80	40	32	0	0	0	0	0	0
3.0	0.5	0.80	48	38	83	0	0	-22	105	69
3.5	1.0	0.80	56	45	181	0	0	-44	225	148
4.0	1.5	0.80	64	51	294	0	0	-66	360	234
4.5	2.0	0.80	67	54	418	0	0	-80	497	318
5.0	2.5	0.77	70	54	544	0	0	-93	637	404
5.5	3.0	0.74	73	54	671	0	0	-106	777	490
6.0	3.5	0.71	76	54	799	0	0	-119	918	576
6.5	4.0	0.68	79	54	925	0	0	-133	1058	661
7.0	4.5	0.65	82	53	1051	0	0	-146	1197	747
7.5	5.0	0.62	85	53	1176	0	0	-159	1335	831
8.0	5.5	0.59	88	52	1300	0	0	-172	1472	915
8.5	6.0	0.56	91	51	1421	0	0	-186	1606	997
9.0	6.5	0.53	94	50	1540	0	0	-199	1738	1079
9.5	7.0	0.50	97	49	1655	0	0	-212	1867	1158
10.0	7.5	0.48	100	48	1769	0	0	-225	1994	1236
10.5	8.0	0.46	103	47	1881	0	0	-239	2120	1313
11.0	8.5	0.44	105	46	1991	0	0	-252	2243	1390
11.5	9.0	0.42	108	45	2099	0	0	-265	2364	1464
12.0	9.5	0.40	110	44	2204	0	0	-278	2482	1538
12.5	10.0	0.38	113	43	2306	0	0	-292	2598	1609
13.0	10.5	0.36	115	41	2405	0	0	-305	2710	1679
13.5	11.0	0.34	118	40	2501	0	0	-318	2819	1747
14.0	11.5	0.32	120	38	2593	0	0	-331	2925	1813
14.5	12.0	0.30	123	37	2682	0	0	-345	3026	1877
15.0	12.5	0.30	125	38	2769	0	0	-358	3127	1940
15.5	13.0	0.30	128	38	2858	0	0	-371	3230	2005
16.0	13.5	0.30	131	39	2950	0	0	-384	3334	2070
16.5	14.0	0.30	134	40	3043	0	0	-398	3441	2136
17.0	14.5	0.30	137	41	3138	0	0	-411	3549	2204
17.5	15.0	0.30	140	42	3236	0	0	-424	3660	2273

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo						PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 20 di 105

18.0	15.5	0.30	143	43	3336	0	0	-437	3773	2343
18.5	16.0	0.30	146	44	3437	0	0	-451	3888	2415
19.0	16.5	0.30	149	45	3541	0	0	-464	4005	2487
19.5	17.0	0.30	152	45	3647	0	0	-477	4124	2561
20.0	17.5	0.30	155	46	3755	0	0	-490	4246	2636
20.5	18.0	0.30	158	47	3865	0	0	-504	4368	2712
21.0	18.5	0.30	161	47	3976	0	0	-517	4493	2789
21.5	19.0	0.29	164	48	4088	0	0	-530	4618	2866
22.0	19.5	0.29	167	49	4202	0	0	-543	4746	2945
22.5	20.0	0.29	170	49	4318	0	0	-557	4874	3024
23.0	20.5	0.29	173	50	4435	0	0	-570	5004	3104
23.5	21.0	0.29	176	51	4553	0	0	-583	5136	3185
24.0	21.5	0.29	179	51	4673	0	0	-596	5269	3267
24.5	22.0	0.29	182	52	4794	0	0	-610	5404	3349
25.0	22.5	0.28	185	52	4916	0	0	-623	5539	3432
25.5	23.0	0.28	188	53	5040	0	0	-636	5677	3516
26.0	23.5	0.28	191	53	5166	0	0	-649	5815	3601
26.5	24.0	0.28	194	54	5292	0	0	-663	5955	3687
27.0	24.5	0.28	197	55	5420	0	0	-676	6096	3773
27.5	25.0	0.28	200	55	5549	0	0	-689	6238	3860
28.0	25.5	0.27	203	56	5680	0	0	-702	6382	3948
28.5	26.0	0.27	206	56	5811	0	0	-716	6527	4036
29.0	26.5	0.27	209	57	5944	0	0	-729	6673	4125
29.5	27.0	0.27	212	57	6078	0	0	-742	6820	4215
30.0	27.5	0.27	215	58	6213	0	0	-755	6969	4306
30.5	28.0	0.27	218	59	6351	0	0	-769	7119	4398
31.0	28.5	0.27	221	60	6490	0	0	-782	7272	4491
31.5	29.0	0.27	224	60	6631	0	0	-795	7427	4585
32.0	29.5	0.27	227	61	6774	0	0	-808	7583	4680
32.5	30.0	0.27	230	62	6919	0	0	-822	7741	4776
33.0	30.5	0.27	233	63	7066	0	0	-835	7901	4873
33.5	31.0	0.27	236	64	7215	0	0	-848	8064	4971
34.0	31.5	0.27	239	64	7366	0	0	-861	8228	5071
34.5	32.0	0.27	242	65	7519	0	0	-875	8393	5171

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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 21 di 105				

- Lp = Lunghezza utile del palo;
- Qll = Portata laterale limite;
- Qbl = Portata di base limite;
- Wp = Peso efficace del palo;
- Qu = Portata totale limite;
- $Q_{d,c} = Q_{ll}/FS,l + Q_{bl}/FS,b - W_p =$ Portata di progetto in compressione;
- $Q_{d,t} = Q_{ll}/FS,l + W_p =$ Portata di progetto in trazione;

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica.

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 22 di 105

6 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi che interessano la spalla in esame è stata effettuata considerando le azioni provenienti dall' impalcato afferente e quelle direttamente applicate sulla spalla.

I carichi trasmessi dall' impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nella relazione IF1M.0.0.E.ZZ.CL.VI.02.5.7.001.A, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

6.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G_1

Nei carichi permanenti strutturali sono compresi il peso proprio della spalla ed i carichi permanenti strutturali trasmessi dall'impalcato. Si adotta un peso per unità di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m^3 .

6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G_2

La determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, dell'armamento e dell'impermeabilizzazione è stata effettuata assumendo convenzionalmente un peso specifico di $20,0 \text{ kN/m}^3$, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti paraballast, pari a $7,95 \text{ m}$, per un'altezza media fra piano del ferro (P.F.) ed estradosso impalcato pari a $0,80 \text{ m}$.

$$p_{\text{sol,sup}} = 0.80 \cdot 20 = 16 \text{ kPa}$$

I carichi permanenti non strutturali sono stati così considerati.

- Nella parte centrale compresa tra i due paraballst ($b=7.95 \text{ m}$):

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI $G_{2,2}$			
Pendenza trasversale soletta 1.5%	$g_{2,2 \ 1}$	13.75	kN/m
Massetto $sp=5 \text{ cm}$ $b=178 \text{ cm}$	$g_{2,2 \ 2}$	4.45	kN/m
Muretti paraballast $h=70 \text{ cm}$ + cavidotti	$g_{2,2 \ 3}$	14.50	kN/m
Carichi permanenti portati (per impalcato)	$P_{g2,2 \ \text{tot}}$	32.70	kN/m

$$P_{g2,2 \ \text{tot}} = 32.7/7.95 = 4.11 \text{ kPa}$$

- Sulle parti esterne:

Cordoli laterali	$g_{2,2 \ 1}$	8.20	kN/m
------------------	---------------	------	------

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 23 di 105

Veletta A=0.25mq	$g_{2,2 \ 2}$	12.50	kN/m
Barriera antirumore	$g_{2,2 \ 3}$	32.00	kN/m
Carichi permanenti portati (per impalcato)	$P_{g2,2 \ tot}$	52.70	kN/m

Per le azioni indotte dagli altri carichi permanenti non strutturali, quali massetti, muretti paraballast, cordoli laterali, etc, si rimanda alla relazione dell'impalcato di riferimento.

Per la soletta inferiore interessata dal passaggio della linea industriale il carico agente è pari ad:

$$p_{sol,inf} = 3.50 \cdot 20 = 70 \text{ kPa}$$

6.3 CARICHI ACCIDENTALI Q_1

La spalla è stata progettata considerando le massime sollecitazioni dovute al carico ferroviario trasmesse dall'implacato.

Sono stati considerati i modelli di carico di normativa (LM71; SW2). I valori caratteristici dei carichi attribuiti a tali modelli sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento " α ", assunto in accordo con la tabella 2.5.1.4.1-1 del "Manuale di progettazione delle opere civili":

Modello di carico	Coefficiente α
LM71	1.1
SW/0	1
SW/2	1

Tabella 3 – Coefficiente di adattamento α

MODELLO DI CARICO LM71

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1.1 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 24 di 105

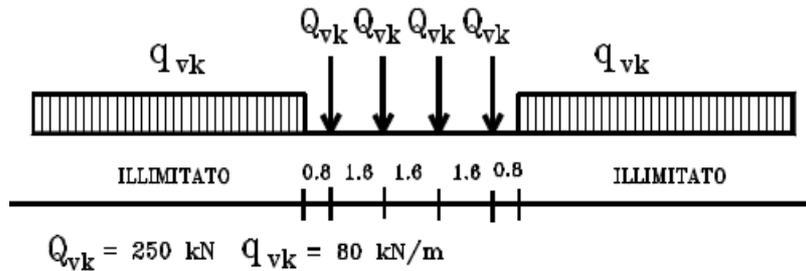


Figura 7: Treno di carico LM71

MODELLO DI CARICO SW/2

$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$

$\alpha = 1.0$ (coefficiente di adattamento)

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25,0	7,0

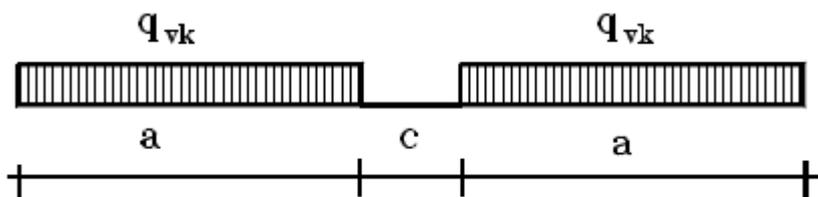


Figura 8: Treno di carico SW/2

Distribuzione trasversale dei carichi

Le azioni si sono distribuite trasversalmente con una diffusione del carico 4/1 attraverso la massicciata ed 1/1 dalla superficie di estradosso fino al piano medio della soletta.

Eccentricità dei carichi accidentali

L'applicazione dei carichi accidentali sugli elementi strutturali dell'impalcato dipende trasversalmente dalle eccentricità di questi rispetto all'asse dell'impalcato. Le eccentricità dei carichi sono legate a diversi fattori:

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 25 di 105

- eccentricità dovuta al tracciato: distanza asse tracciato-asse impalcato;
- eccentricità dovuta al sovrizzo;
- eccentricità propria del modello di carico.

Nel caso in esame si è tenuto conto della sola eccentricità propria del modello di carico, in quanto risultano trascurabili le eccentricità dovute al tracciato e al sovrizzo.

Per il modello di carico SW/2 non è prevista un'eccentricità propria.

6.4 CARICHI ACCIDENTALI Q₁ SOLETTA INFERIORE

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando pertanto i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60}$$

ovvero:

p= 156 kN/m :

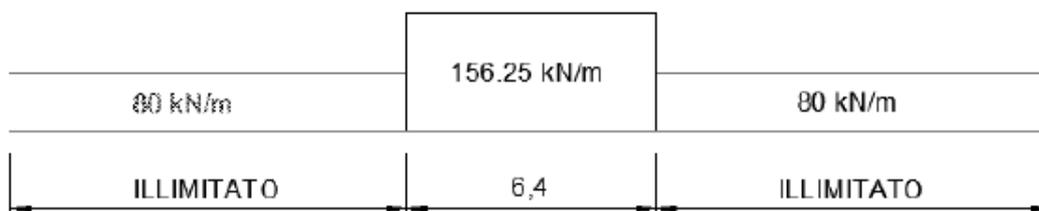


Figura 3 – Schema di carico quota pf

Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m (a 0.70 m dal piano del ferro) secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente di superficie agente alla quota della piattaforma ferroviaria su un'area complessiva di dimensioni 3,0mx6.40m :

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A 26 di 105

$$p' = 156.25/3 = 52.08 \text{ KN /mq}$$

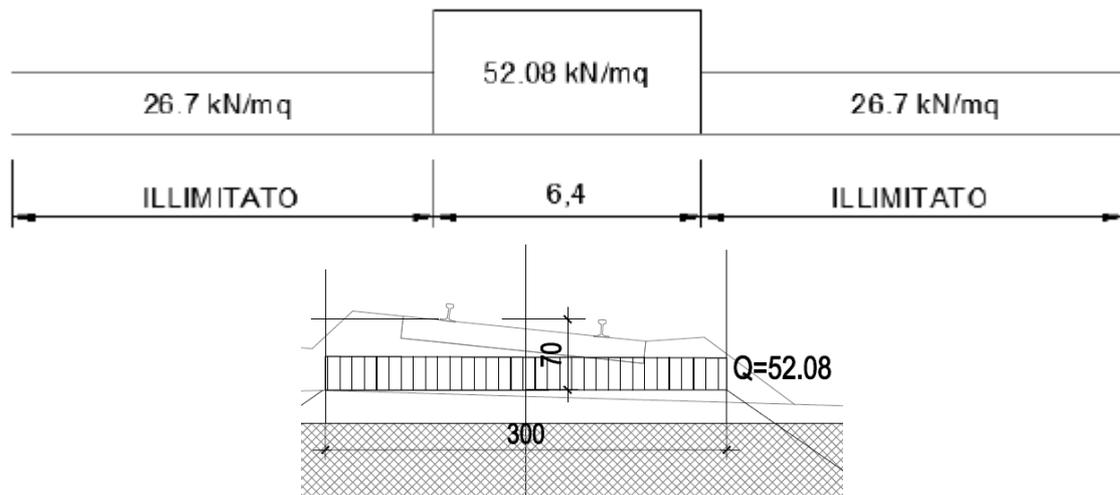


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione

A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeso
F1600	1,1

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A PAGINA 27 di 105

L'intervento sulla tratta in esame si inquadra come "ristrutturazione di una linea convenzionale a traffico misto" i cui parametri di prestazione, secondo la STI Infrastruttura, sono:

Parametri di prestazioni per il traffico passeggeri					
Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza utile del marciapiede [m]
P4		GB	22,5	120-200	200-400
Parametri di prestazioni per il traffico merci					
Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea (km/h)	Lunghezza del treno [m]
F2		GB	22,5	100-120	600-1050

Il corrispondente valore del coefficiente α è pari ad 1.0 per cui, alle opere in esame, si applicano i seguenti carichi equivalenti a quota piattaforma (-0.70m da p.f.) e su una larghezza trasversale di 3.00m.

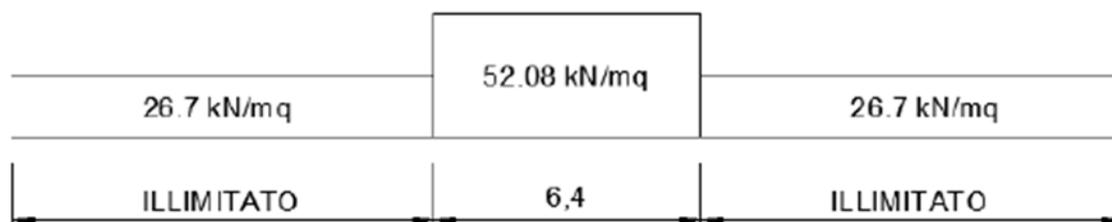


Figura 3 – Schema di carico per effetto della diffusione considerando α

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 28 di 105

Sulla scorta dell'entità e della distribuzione del sovraccarico accidentale agente a quota piattaforma ferroviaria, sono stati quindi valutati i corrispondenti valori delle azioni accidentali da considerare nei riguardi della verifica dei muro di sostegno adottati per il tratto di muro in oggetto.

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

6.4.1 Effetti dinamici

Trattandosi di ponte con velocità di percorrenza non superiore a 200 Km/h, secondo quanto riportato al par. 2.5.1.4.2.5 del "Manuale di progettazione delle opere civili", che riprende integralmente i contenuti del par. 5.2.2.3.3 del DM 14.1.2008, si utilizza per i modelli di carico teorici il coefficiente di incremento dinamico per linee con ridotto standard manutentivo.

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73$$

6.4.2 Numero di treni contemporanei

Conformemente a quanto riportato nel par. 5.2.3.1.2_Tab.5.2.III del DM 14.1.2008, si sono considerati due treni contemporanei sull'impalcato, sia per il traffico normale che per quello pesante.

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.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 29 di 105

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
2	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁺⁺)	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁺⁺)	-	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁺⁺)
≥ 3	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁺⁺)	0,75 (LM 71 ⁺⁺ SW/0 ⁺⁺)	1,0 SW/2
	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

6.5 TRENO SCARICO Q₂

La condizione di “Treno Scarico” è stata simulata con un carico uniformemente distribuito, 10.0kN/m, in accordo con quanto previsto al par. 5.2.2.3.1.3 del DM 14.1.2008.

6.6 AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA Q₃

L'azione di frenatura ed avviamento dei treni è definita secondo quanto riportato nel par. 2.5.1.4.3.3 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

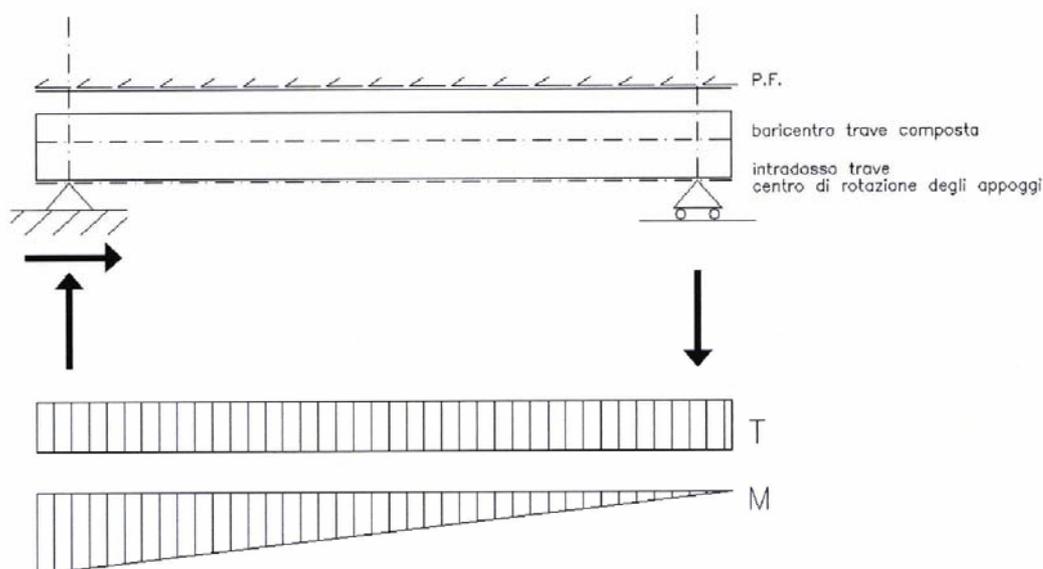


Figura 9: Sollecitazioni indotte da frenatura e avviamento dei treni

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A
					PAGINA 30 di 105	

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento:

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN per modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN per modelli di carico LM71, SW/0}$$

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

Nel caso di ponti a doppio binario sono stati considerati due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura.

6.7 AZIONE CENTRIFUGA Q_4

Nei ponti ferroviari al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione del tratto in curva. 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 P.F.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con le seguenti espressioni:

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

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

dove:

- Q_{tk} - q_{tk} è il valore caratteristico della forza centrifuga, espresso in kN/m;
- Q_{vk} - q_{vk} è il valore caratteristico dei carichi verticali ferroviari, espresso in kN/m;
- V è la velocità di progetto, espressa in km/h;
- f è un fattore di riduzione;
- r è il raggio di curvatura, espresso in m.

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 31 di 105

L'azione centrifuga viene determinata per i modelli di carico LM71 e SW/2 associando alle grandezze precedentemente indicate quanto contenuto nella tabella 2.5.1.4.3.1-1 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si è assunta una velocità V uguale a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1.

Per il modello di carico LM71, essendo la velocità di progetto superiore ai 120 km/h, sono stati considerati due casi:

- Modello di carico LM71 e forza centrifuga per $V= 120$ km/h in accordo con le formule precedenti dove $f = 1$;
- Modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata secondo le precedenti espressioni per la massima velocità di progetto ($V=130$ km/h).

La forza centrifuga, in accordo con quanto prescritto nel "Manuale di progettazione delle opere civili", non è stata incrementata dai coefficienti dinamici.

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	< 100	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	$1 \times f \times (LM71'' + ''SW/0)$	$\Phi \times 1 \times 1 \times (LM71'' + ''SW/0)$
		120	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + ''SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + ''SW/0)$
	≤ 120	V	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + ''SW/0)$	

Tabella 4 – Parametri per determinazione della forza centrifuga – Tab. 2.5.1.3.1-1 – Manuale di progettazione delle opere civili

In favore di sicurezza, il fattore di riduzione della forza centrifuga è stato assunto unitario anche nel caso del modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità 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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A PAGINA 32 di 105

6.8 AZIONE LATERALE (SERPEGGIO) Q_5

L'azione laterale associata al serpeggio è definita secondo quanto riportato nel par. 2.5.1.4.3.2 del "Manuale di progettazione delle opere civili", che riprende il par. 5.2.2.4.2 del DM 14.1.2008, 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 .

6.9 AZIONE DEL VENTO Q_6

Si assume una pressione di progetto pari a $2,5\text{kN/m}^2$. Tale pressione agisce sull'impronta esposta al vento della struttura (comprensiva di barriere antirumore) e del treno, individuato come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4m dal P.F.

Come già illustrato negli elaborati specifici degli impalcati si può considerare per la presenza della barriera antirumore:

Forza	F_{wk1}	19.35	kN/m
Momento	M_1	47.41	kNm/m

6.10 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI

Gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei treni sono analoghi a quelli del vento (carichi equivalenti statici sulle barriere antirumore). L'intensità della pressione da considerare viene determinata secondo quanto indicato nel punto 2.5.1.4.6. del Manuale, che riporta integralmente il contenuto del par.5.2.2.7 del DM 14.1.2008.

6.11 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

Il carico sui marciapiedi è definito in accordo a quanto precisato al par. 2.5.1.4.1.6 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

$$q_{vk} = 10.0 \text{ kN/m}^2$$

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 33 di 105

Per questo tipo di carico, che non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari, non deve applicarsi l'incremento dinamico.

6.12 AZIONI SISMICHE Q₇

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

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

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

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

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

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

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

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

S_s : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

S_T : coefficiente di amplificazione topografica;

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

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

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

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 34 di 105

a_g : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

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

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

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

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

In cui :

C_C : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

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

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

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

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

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

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

nelle quali:

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI 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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 35 di 105

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

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

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

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

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

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

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

Vita Nominale

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

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 36 di 105

Classi D'uso

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

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**.

Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI 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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 37 di 105

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

Stati limite e relative probabilità di superamento

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

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

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

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

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

a_g : accelerazione orizzontale massima sul sito;

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

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

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

APPALTATORE: <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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A 38 di 105

Latitudine: 40.934039°

Longitudine: 14.355459°

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.072	2.345	0.324
SLD	113	0.092	2.351	0.335
SLV	1068	0.218	2.470	0.357
SLC	2193	0.269	2.560	0.359

Tabella 5: Valutazione dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

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

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

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

Le azioni sismiche relative allo stato limite di operatività (SLO) e allo stato limite di danno (SLD) non sono state considerate perché poco significative in relazione alle combinazioni di natura statica. Per quanto riguarda lo stato limite di collasso (SLC), questo è stato considerato per le combinazioni sismiche di verifica dei ritegni sismici; si faccia pertanto riferimento alle considerazioni presentate nelle rispettive relazioni di calcolo di impalcato.

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici e di progetto per il restante stato limite (SLV).

Classificazione dei terreni

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	39 di 105

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio $V_{s,30}$, ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media c_u (per terreni prevalentemente coesivi).

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

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 40 di 105

Amplificazione stratigrafica

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

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

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

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	41 di 105

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

$$S_s = 1.38$$

$$C_c = 1.48$$

Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame $S_T = 1$

Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta per lo SLV, con le tabelle dei rispettivi parametri, relativi al fattore di struttura q pari ad 1 ed 1.5.

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 VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 42 di 105
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo								

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

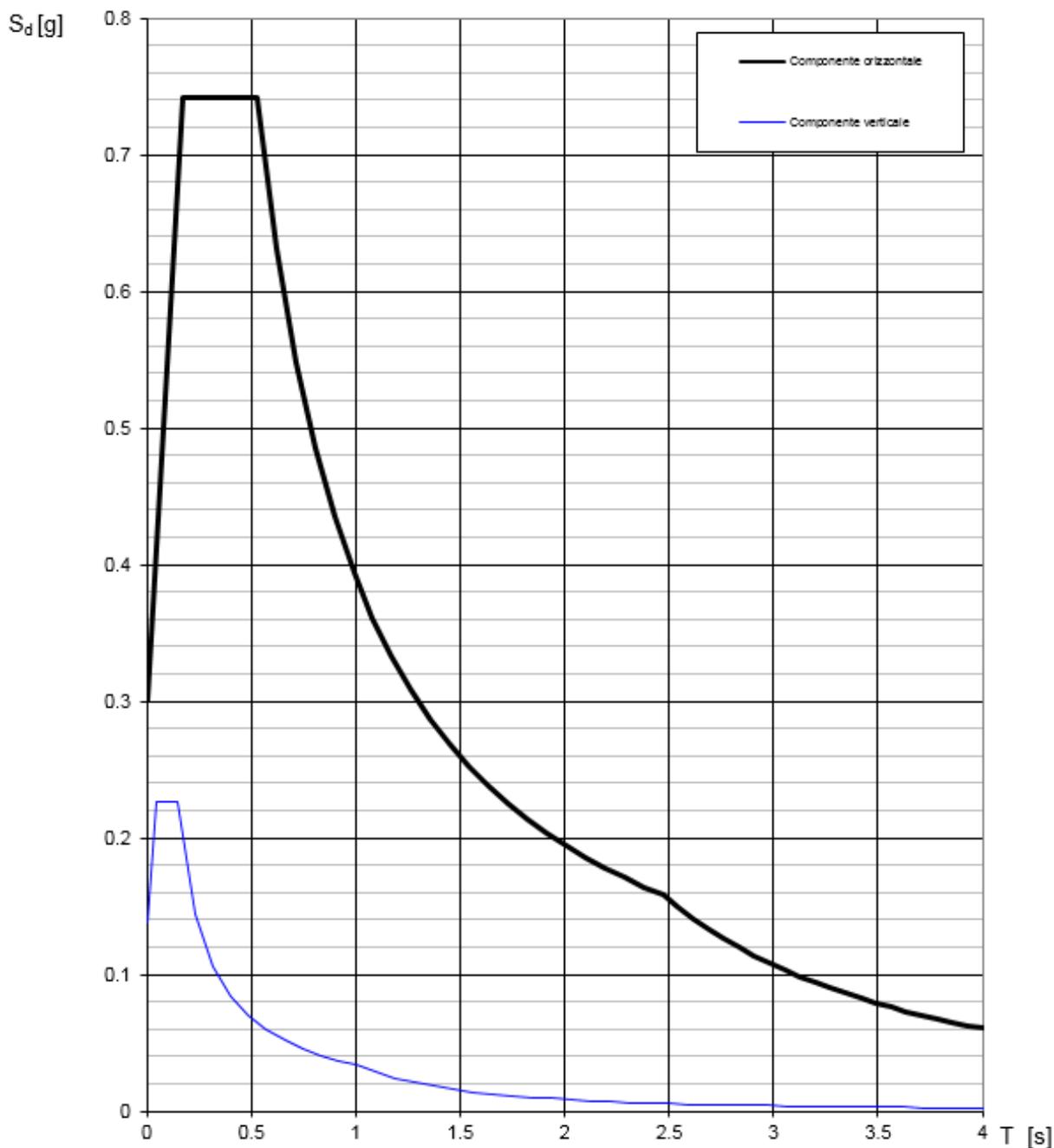


Figura 10: Spettri di risposta ($q=1.0$)_SLV (Componente orizzontale e verticale)

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A PAGINA 43 di 105

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

S	1.377
η	1.000
T_B	0.175 s
T_C	0.526 s
T_D	2.473 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

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

APPALTATORE: <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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. A	PAGINA 44 di 105

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

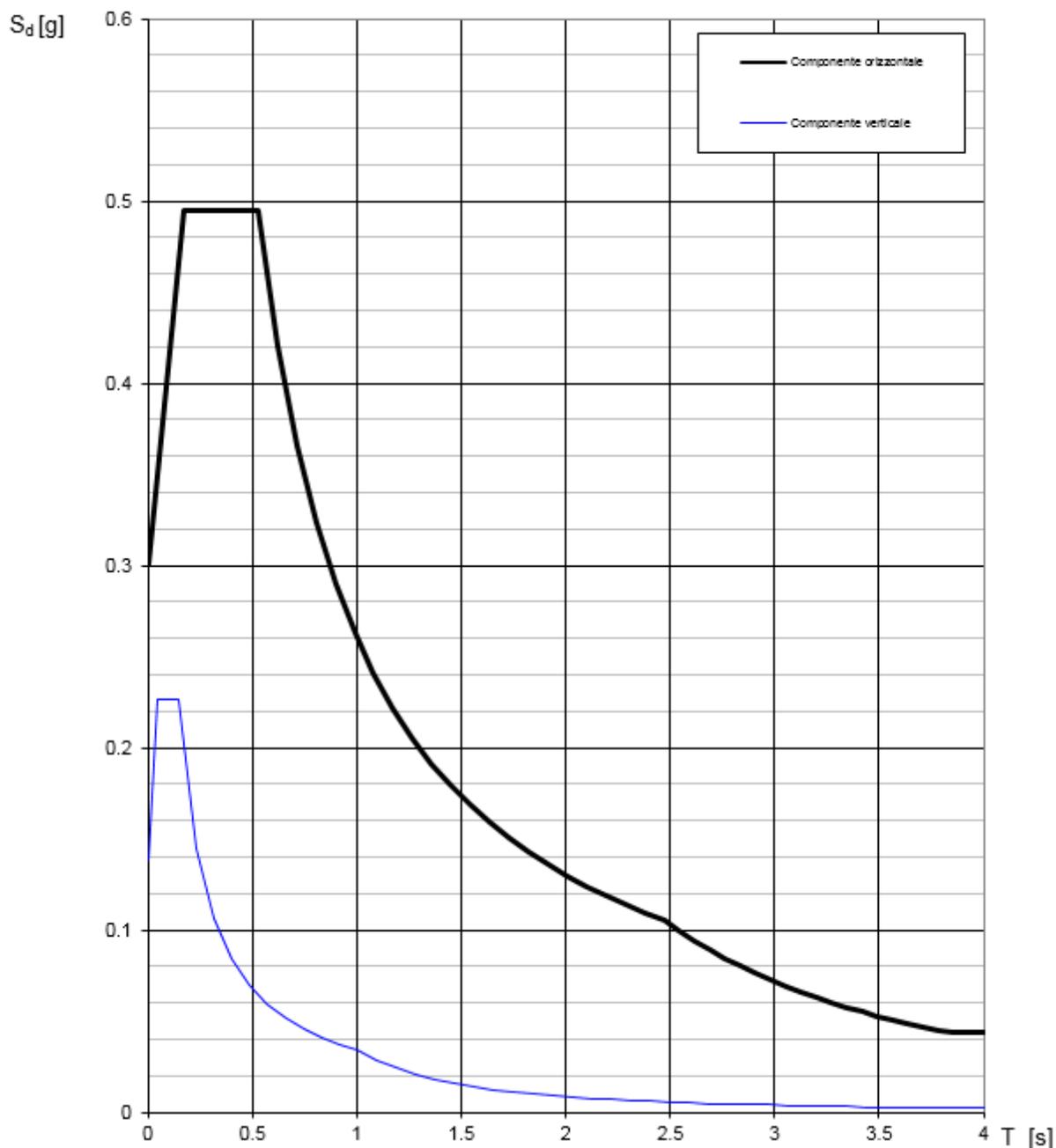


Figura 11: Spettri di risposta ($q=1,5$)_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002
	REV. A	PAGINA 45 di 105

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.218 g
F_0	2.470
T_C	0.357 s
S_S	1.377
C_C	1.476
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.377
η	0.667
T_B	0.175 s
T_C	0.526 s
T_D	2.473 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.300
T_B	0.175	0.495
T_C	0.526	0.495
	0.619	0.421
	0.712	0.366
	0.804	0.324
	0.897	0.290
	0.990	0.263
	1.082	0.240
	1.175	0.221
	1.268	0.205
	1.360	0.191
	1.453	0.179
	1.546	0.168
	1.638	0.159
	1.731	0.150
	1.824	0.143
	1.916	0.136
	2.009	0.130
	2.102	0.124
	2.195	0.119
	2.287	0.114
	2.380	0.109
T_D	2.473	0.105
	2.545	0.099
	2.618	0.094
	2.691	0.089
	2.764	0.084
	2.836	0.080
	2.909	0.076
	2.982	0.072
	3.054	0.069
	3.127	0.066
	3.200	0.063
	3.273	0.060
	3.345	0.057
	3.418	0.055
	3.491	0.053
	3.564	0.051
	3.636	0.049
	3.709	0.047
	3.782	0.045
	3.855	0.044
	3.927	0.044
	4.000	0.044

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 46 di 105

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico ($q=1$) è stato considerato ai fini della valutazione delle azioni in fondazione, sugli apparecchi di appoggio e nel caso di collegamento con la spalla mediante apparecchi di appoggio scorrevoli.

Per il calcolo in condizioni simiche si utilizza il metodo dell'analisi spettrale.

6.13 PRESSIONE DEL TERRENO

La spalla S.02 del VI.02 non è soggetta a spinte delle terre. Sulla soletta inferiore è stato considerato il carico uniformemente distribuito di 1.00m di rinterro:

$$p_{ter} = 1.00 \times 20 = 20 \text{ kPa}$$

6.14 RIEPILOGO DEI CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo di tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza della sommità del muro di testata.

Per le azioni sismiche trasmesse dall'impalcato si evidenzia che oltre alla massa efficace dell'impalcato, è stata considerata un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei treni, ottenuto tenendo conto dello scenario più gravoso tra quello che vede la presenza sui due binari di due treni di carico LM71 e quello caratterizzato da un treno LM71 e da un treno tipo SW/2.

Si riporta di seguito la sintesi degli scarichi espletati dagli appoggi d'impalcato sulla spalla, per ciascuna delle condizioni di carico elementari analizzate. Le grandezze che figurano nella Tabella di seguito fanno riferimento alle seguenti azioni trasmesse dagli appoggi:

N: Reazione verticale (positiva, se diretta verso l'alto)

Ht: Reazione orizzontale, in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Hi: Reazione orizzontale, in direzione parallela all'asse del viadotto

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.02.0.4.002 A 47 di 105	

CASI DI CARICO			APP. 1			APP. 2		
Sigla	Tipologia	Descrizione	N	Ht	HI	N	Ht	HI
G1	Carichi permanenti strutturali	Peso proprio travi+soletta	6200	0	0	6200	0	0
G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4)	Carichi permanenti non strutturali	Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore	3900	0	30	3750	0	30
Q3,a B1-SW2	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1 (±)*	0	50	560	0	0	530
Q3,a B1-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1 (±)*	0	50	620	0	0	580
Q3,a B2-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2 (±)*	0	40	580	0	0	620
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1 (±)*	0	100	1480	50	0	1400
Q3,f B1-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1 (±)*	0	60	930	50	0	880
Q3,f B2-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2 (±)*	50	30	880	0	0	930
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1 (±)*	100	410	90	100	0	80
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1 (±)*	200	490	120	150	0	110
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2 (±)*	200	490	120	150	0	110
Q5 B1-SW2	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1 (±)*	0	110	0	0	0	0
Q5 B1-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1 (±)*	0	120	0	0	0	0
Q5 B2-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2 (±)*	0	120	0	0	0	0
Q6	Vento	Azione del vento (±)*	550	1160	1290	550	0	1290
LM71_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 1	2850	40	200	1500	0	170
LM71_B2	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 2	1550	30	150	2800	0	190
SW2_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno SW/2 su binario 1	3450	50	270	1700	0	240
A_Gk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi permanenti) (±)	0	500	510	0	500	500
A_Qk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi variabili) (±)	0	140	150	0	140	140
Q3,a B1-SW2	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 2 (±)*	0	30	530	0	0	570
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 2 (±)*	50	40	1400	0	0	1480
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 2 (±)*	100	410	90	100	0	80
Q5 B1-SW2	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 2 (±)*	0	110	0	0	0	0
SW2_B2	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno SW/2 su binario 2	1750	40	210	3400	0	240
Tk	Termica	Termica differenziale (±)	0	100	560	0	0	560
SismaX	Sismica	Azione sismica SLV in direzione longitudinale all'impalcato (±) *	2650	620	9230	1600	0	8960
SismaY	Sismica	Azione sismica SLV in direzione trasversale all'impalcato (±) *	3900	11820	14810	4000	0	15120
SismaZ	Sismica	Azione sismica SLV verticale all'impalcato (±) *	1400	440	1840	1400	0	1740
SismaX	Sismica	Azione sismica SLC in direzione longitudinale all'impalcato (±) *	2850	660	9770	2800	0	9490
SismaY	Sismica	Azione sismica SLC in direzione trasversale all'impalcato (±) *	4150	12560	15750	4250	0	16070
SismaZ	Sismica	Azione sismica SLC verticale all'impalcato (±) *	1600	500	2090	1600	0	1980

Tabella 6: Scarichi espletati dagli appoggi per le singole condizioni di carico – Lato fisso

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo	<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>VI.02.0.4.002</td> <td>A</td> <td>48 di 105</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	48 di 105
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	48 di 105								

6.15 VARIAZIONI TERMICHE ϵ_3

Si considera una variazione termica uniforme pari a ± 15 °C, sugli elementi della struttura in elevazione. Si considera una variazione termica differenziale di 5°C su tutti gli elementi della struttura in elevazione.

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 49 di 105

7 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} e quelli dei coefficienti di combinazione Ψ_{ij} sono stati desunti dal par. 5.2.3.3.1 del DM 14.1.2008, relativo al capitolo sui 'Ponti ferroviari'. Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento.

Per quanto riguarda il coefficiente di combinazione Ψ_{2j} relativo ai carichi dovuti al transito dei treni, come anticipato in precedenza, questo si assume pari a 0,2 nelle combinazioni sismiche, conformemente a quanto prescritto nel par. 3.2.4 del DM 14.1.2008.

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.02.0.4.002	A	50 di 105

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

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

Figura 12: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	$\mathcal{E}1$	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	$\mathcal{E}2$	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	$\mathcal{E}3$	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	$\mathcal{E}4$	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

Figura 13: Valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008

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.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S2 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.02.0.4.002	REV. PAGINA A 51 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				

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.

Figura 14: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008

Conformemente con quanto prescritto al par.5.2.3.1.3 del D.M. 14 gennaio 2008, gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008, riportata di seguito.

TIPO 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.

Figura 15: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008

Sulla base dei criteri esposti sopra, si riportano nel prospetto di seguito le combinazioni più gravose

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 Spalla S2 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.02.0.4.002 A 52 di 105	

Condizioni di carico		SLU-Gr.1(P)	SLU-Gr.3-1SW/2	SLU-Gr.3- MaxML(P)	SLU-Gr.3-1SW/2- Gk=1.00	SLV-EL+0.3ET	SLV-0.3EL+ET	SLE-C-Gr.1(P)	SLE-C-Gr.3-1SW/2	SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	SLE-F-Gr.3-1SW/2	SLE-QP
Peso proprio travi+soletta	G1	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1
Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore	G2	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1
Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1	Q3,a B1-SW2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1	Q3,a B1-LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2	Q3,a B2-LM71	0.725	0	1.45	0	0	0	0.5	0	1	0	0
Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1	Q3,f B1-SW2	0.725	1.45	1.45	1.45	0	0	0.5	1	1	0.8	0
Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1	Q3,f B1-LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2	Q3,f B2-LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1	Q4 B1-SW2	1.45	0.725	0.725	0.725	0	0	1	0.5	0.5	0.4	0
Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1	Q4 B1-LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2	Q4 B2-LM71	1.45	0	0.725	0	0	0	1	0	0.5	0	0
Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1	Q5 B1-SW2	1.45	0.725	0.725	0.725	0	0	1	0.5	0.5	0.4	0
Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1	Q5 B1-LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2	Q5 B2-LM71	1.45	0	0.725	0	0	0	1	0	0.5	0	0
Azione del vento	Q6	0.9	0.9	0.9	0.9	0	0	0.6	0.6	0.6	0	0
Carico verticale per treno LM71 su binario 1	LM71_B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carico verticale per treno LM71 su binario 2	LM71_B2	1.45	0	1.45	0	0	0	1	0	1	0	0
Carico verticale per treno SW/2 su binario 1	SW2_B1	1.45	1.45	1.45	1.45	0	0	1	1	1	0.8	0
Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi permanenti)	A_Gk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi variabili)	A_Qk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma	SLV-Long	0	0	0	0	1	0.3	0	0	0	0	0
	SLV-Trasversale	0	0	0	0	0.3	1	0	0	0	0	0

Tabella 7: Combinazioni di carico

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 53 di 105

I casi di carico che figurano nelle combinazioni sopra riportate, fanno riferimento alle seguenti azioni.

CASI DI CARICO		
Sigla	Tipologia	Descrizione
-	-	-
G1	Carichi permanenti strutturali Spinta della terra	Peso proprio + spinta della terra
G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4)	Carichi permanenti non strutturali	Ballast e armamento-velette-paraballast-canalette e impianti-barriere antirumore
Q3,a B1-SW2	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno SW/2 su binario 1
Q3,a B1-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 1
Q3,a B2-LM71	Avviamento treno	Azione di avviamento per treno LM71 su binario 2
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno SW/2 su binario 1
Q3,f B1-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 1
Q3,f B2-LM71	Frenatura treno	Azione di frenatura per treno LM71 su binario 2
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno SW/2 su binario 1
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 1
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	Azione centrifuga per treno LM71 su binario 2
Q5 B1-SW2	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno SW/2 su binario 1
Q5 B1-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 1
Q5 B2-LM71	Serpeggio	Azione di serpeggio per treno LM71 su binario 2
Q6	Vento	Azione del vento
LM71_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 1
LM71_B2	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno LM71 su binario 2
SW2_B1	Traffico ferroviario	Carico verticale per treno SW/2 su binario 1
A_Gk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi permanenti)
A_Qk	Resistenze parassite	Resistenze parassite dei vincoli (aliquota dovuta ai carichi variabili)

Tabella 8 – Condizioni di carico

Per quanto riguarda le condizioni di traffico indicate nel prospetto dei coefficienti di combinazioni adottati, queste fanno riferimento rispettivamente a:

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. PAGINA A 54 di 105

- **(N):** Condizioni di traffico normale (modello di carico LM71 su binario 1 e 2) su entrambe le campate afferenti;
- **(P):** Condizioni di traffico pesante (modello di carico SW/2 su binario 1 e LM71 su binario 2) su entrambe le campate afferenti;
- **1SW/2:** Condizioni di traffico pesante con un solo binario carico (SW/2 su binario 1) su entrambe le campate afferenti;
- **Max ML:** Condizioni di traffico pesante (SW/2 su binario 1, LM71 su binario 2) solo sulla campata lato appoggi fissi.

Per quanto riguarda i gruppi di carico analizzati, come visibile nel prospetto dei coefficienti di combinazioni adottati, le azioni agenti sull'impalcato sono state combinate secondo i gruppi 1 e 3 (Gr.1-3), che danno luogo a sollecitazioni maggiori per le strutture in elevazione e in fondazione.

Inoltre, in accordo con la Tabella 5.2.V del DM 14.1.2008, le combinazioni allo SLU sono state duplicate considerando sia il possibile effetto sfavorevole che quello favorevole dei carichi permanenti strutturali e non. Nel secondo caso si sono quindi assunti valori unitari per i coefficienti γ_{Gk} .

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 55 di 105

8 CRITERI DI MODELLAZIONE

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio. Per il calcolo di tali sollecitazioni ci si è serviti di un modello di calcolo tridimensionale implementato nel software Midas gen e schematizzante la geometria dell'intera spalla.

Tale modello è caratterizzato da elementi bidimensionali dotati di spessore del tipo "Shell". Tutti gli elementi strutturali della spalla sono stati descritti come elementi bidimensionali a piastra (shell), mentre la palificata di sostegno è stata descritta con elementi monodimensionali a trave (frame).

I vincoli del sistema sono costituiti da molle che limitano la libertà di movimento dei nodi relativi alla palificata. I carichi assegnati nei vari punti della struttura sono desunti dal Cap. 6. Nelle figure di seguito riportate si evidenzia il modello tridimensionale implementato in Midas Gen.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale

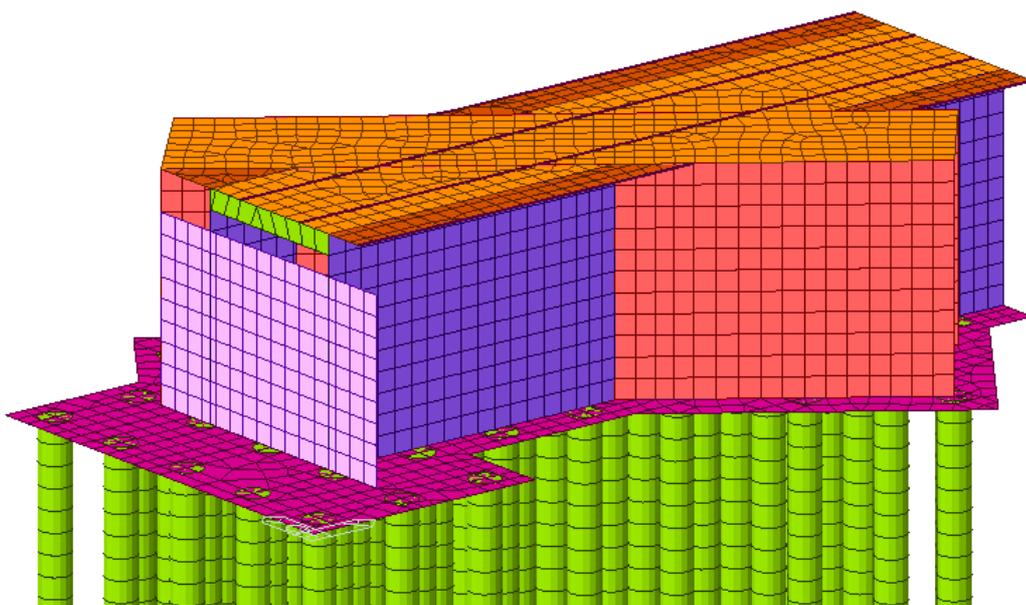


Figura 16: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D 1

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> <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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 56 di 105

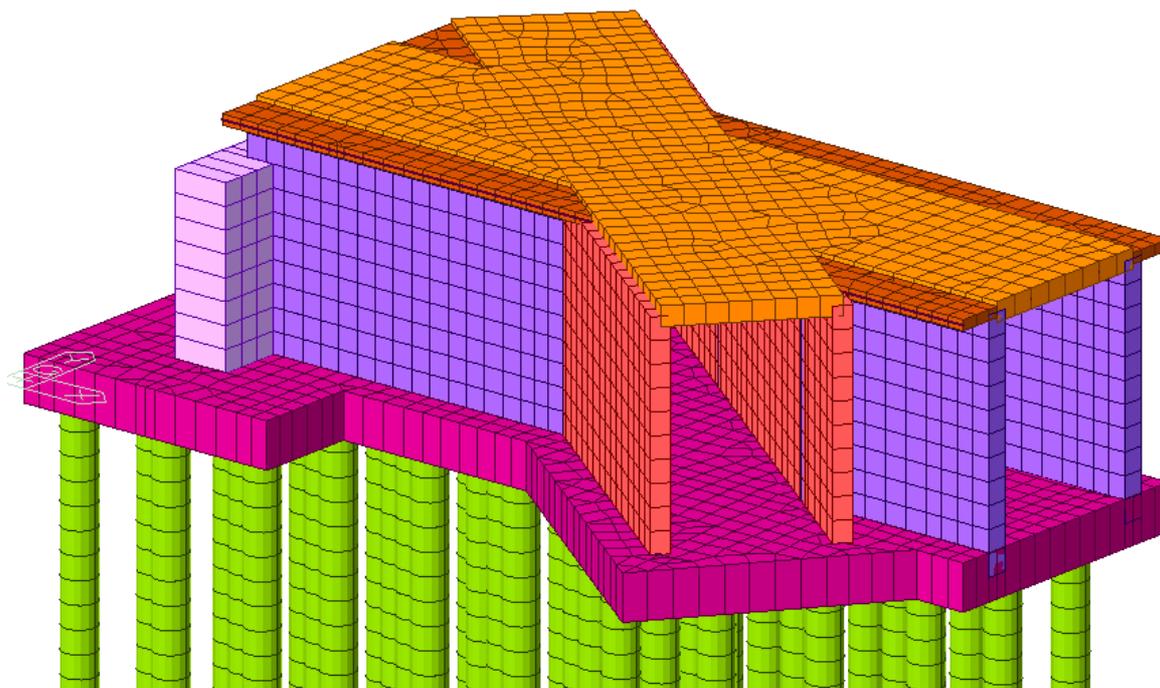


Figura 17: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D 2

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 57 di 105

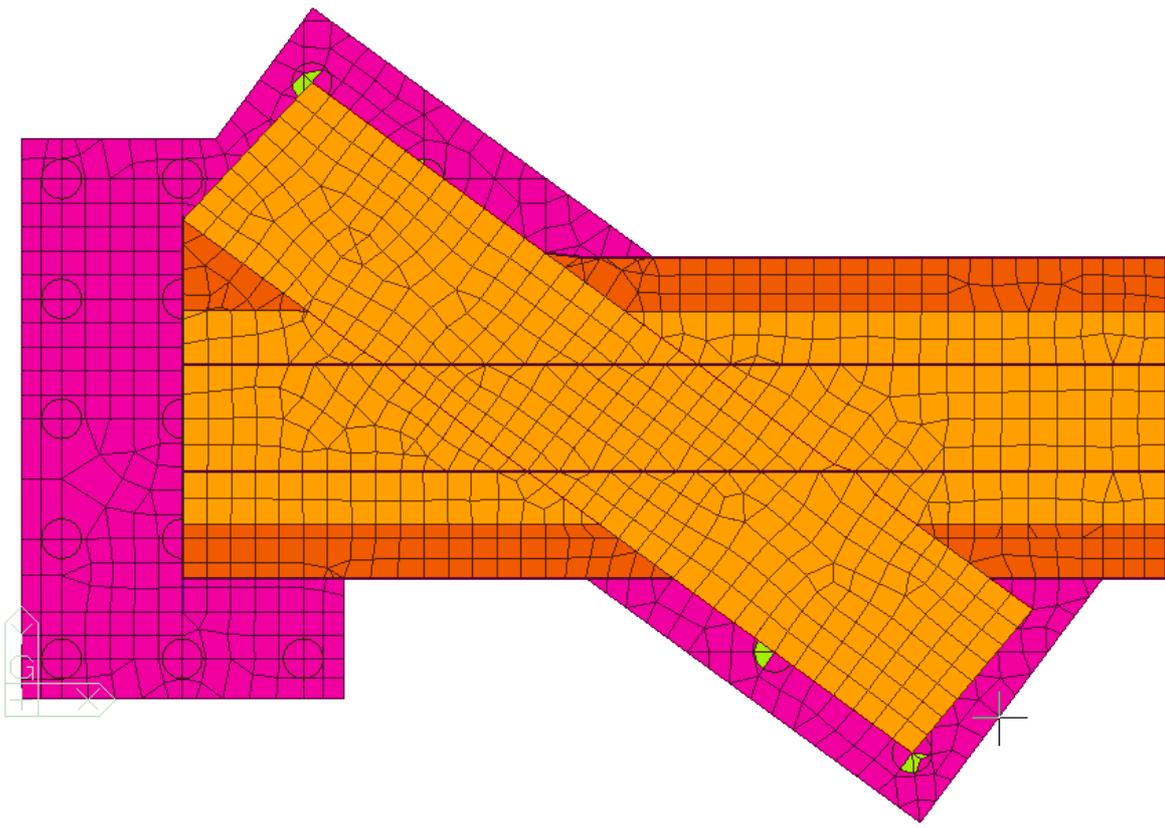


Figura 18: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – b) Pianta

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 58 di 105

9 ANALISI DEI RISULTATI

Nei paragrafi successivi si riportano le sollecitazioni relative agli elementi strutturali della spalla.

Le grandezze che figurano nelle Tabelle riportate di seguito fanno riferimento al seguente gruppo di sollecitazioni:

N: Sforzo normale (negativo, se di compressione)

Ht: Taglio in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

Hi: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

Mt: Momento flettente che produce flessione nel piano ortogonale all'asse del viadotto

Ml: Momento flettente che produce flessione nel piano parallelo all'asse del viadotto

Tabella 9: Sollecitazioni elementi in elevazione

Muro frontale Attacco platea di fondazione		N	M _{vert}	M _{or}	T _{long}
Sp=2.50m		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	3000	2800	1400	1200
	SLV	4500	4500	1800	2700
SLE	RARA	2700	1920	580	-
					-
					-

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 59 di 105

Muro Paraghaia Attacco muro frontale		N	M _{vert}	M _{or} ⁽¹⁾	T _x
Sp=0.70m		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	239	250	228	130
	SLV	196	429	564	343
SLE	RARA	166	170	157	-
					-
					-

Muri laterali Attacco platea di fondazione		N	M _{vert}	M _{or}	T _x
Sp=1.00m		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	400	350	360	620
	SLV	500	1450	400	1350
SLE	RARA	240	200	240	-
					-
					-

Tabella 10: Sollecitazioni elementi di fondazione

Solettone di fondazione		N	M _{long}	M _{trasv}	T _x
Sp=2.00m		[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	-	4200	4060	1600
	SLV	-	5000	4850	2000
SLE	RARA	-	3000	2800	-
					-
					-

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. PAGINA A 60 di 105

Pali di fondazione		N _{min}	N _{max}	M	T
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]
SLV	SLU	7800	3400	1159	374
	SLV	9500	3450	7539	2432
SLE	RARA	5200	2500	722	233

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	61 di 105

10 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - "Norme tecniche per le costruzioni"- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili" - RFI DTC SI MA IFS 001 A .

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei precedenti paragrafi.

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

10.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

10.1.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili".

Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 11: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 62 di 105

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

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

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

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

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

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove w_m rappresenta l’ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

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

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

10.1.2 Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 63 di 105

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

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$$

dove f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

10.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

10.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

10.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

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

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

con:

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

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. PAGINA A 64 di 105

e dove:

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

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

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

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

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

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

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 65 di 105

- σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f_{cd}=0.5f_{cd}$);
- α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 66 di 105

11 VERIFICHE

Le verifiche strutturali allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state svolte, seguendo i criteri esposti in precedenza, con il codice di calcolo RC-SEC, per le condizioni di carico più gravose.

Una sintesi delle caratteristiche dell'armatura longitudinale e a taglio (staffe) previste è esibita nei prospetti di seguito. Il valore del copriferro c che figura è valutato in asse barra; l'area di armatura minima da garantire, rispetto alla sezione di calcestruzzo, segue le prescrizioni riportate nel par.2.5.2.2.6 del "Manuale di progettazione delle opere civili".

Le grandezze che figurano nelle verifiche riportate di seguito fanno riferimento al seguente gruppo di sollecitazioni:

N: Sforzo normale (positivo, se di compressione)

V_x: Taglio in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto

V_y: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

M_y: Momento flettente che produce flessione nel piano ortogonale all'asse del viadotto

M_x: Momento flettente che produce flessione nel piano parallelo all'asse del viadotto

11.1 VERIFICA DEL MURO FRONTALE

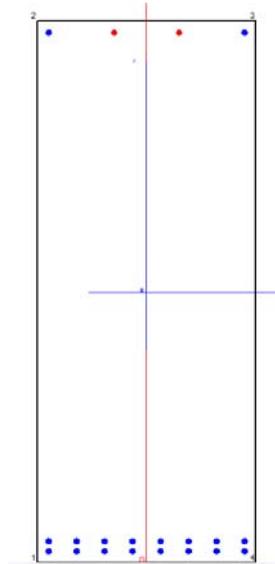
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

ARMATURA		
Armatura verticale	Armatura orizzontale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø14/20x40
1+1Ø26/12.5	1Ø24/12.5	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
1Ø24/25	1Ø24/25	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 67 di 105	

11.1.1 Verifica dell'armatura verticale



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

	Forma del Dominio:	Poligonale	
	Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]	
1	-50.0	0.0	
2	-50.0	250.0	
3	50.0	250.0	
4	50.0	0.0	

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.7	5.3	26
2	-44.7	244.7	26
3	44.7	244.7	26
4	44.7	5.3	26
5	44.7	10.0	26
6	-44.7	10.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

	N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre		
	N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione		
	N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione		
	N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione		
	Ø	Diametro in mm delle barre della generazione		
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	26
2	2	3	2	24
3	5	6	6	26

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 68 di 105

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
	Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
	My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
	Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
	Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
	N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
	1	3000.00	2800.00	0.00	0.00	0.00
	2	4500.00	4500.00	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	4500.00	0.00	0.00	0.00

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

	N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
	Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
	My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
	N°Comb.	N	Mx	My
	1	2700.00	1920.00 (9822.52)	0.00 (0.00)
	2	0.00	1920.00 (3890.98)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.1	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)									
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)									
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo trav. Tra parentesi l'area minima di normativa)									
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa	
1	S	3000.00	10204.40	-174.86	3000.22	10922.40	0.00	3.730	-----	
2	S	4500.00	11527.97	-262.30	4500.11	12280.63	0.00	2.634	-----	
3	S	0.00	7327.06	0.00	0.00	7836.98	0.00	1.742	84.9(44.8)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	69 di 105

Ys max										
-	1	0.00350	-0.00678	-50.0	250.0	0.00299	-44.7	244.7	-0.01998	-44.7
5.3	2	0.00350	-0.00459	-50.0	250.0	0.00310	-44.7	244.7	-0.01499	-44.7
5.3	3	0.00350	-0.01885	-50.0	250.0	0.00239	-44.7	244.7	-0.04754	-44.7
5.3										

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.									
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)									
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue									
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.					
1	0.000000000	0.000095949	-0.020487170	----	----					
2	0.000000000	0.000075546	-0.015386446	----	----					
3	0.000000000	0.000208573	-0.048643334	0.069	0.700					

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

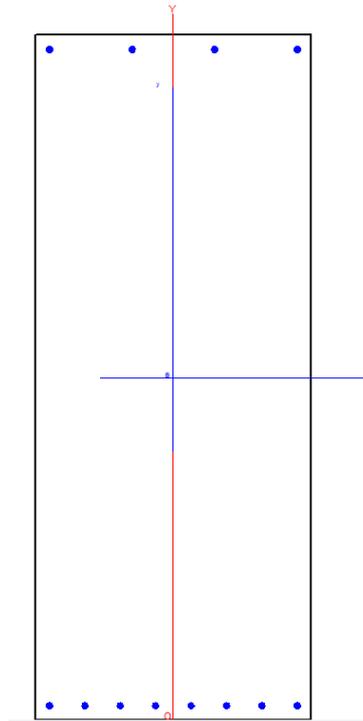
Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.89	-50.0	250.0	-13.0	-44.7	5.3	2350	84.9	4.7	1.00
2	S	2.47	50.0	250.0	-103.1	31.9	5.3	2350	84.9	4.7	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.6	0	0.125	26	40	-25.1720.00003 (0.00003)	125	0.006 (0.20)	9822.52	0.00	
2	S	-1.5	0	0.125	26	40	-3.1070.00021 (0.00021)	125	0.044 (0.20)	3890.98	0.00	

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	70 di 105

11.1.2 Verifica dell'armatura orizzontale



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

	Forma del Dominio:	Poligonale	
	Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]	
1	-50.0	0.0	
2	-50.0	250.0	
3	50.0	250.0	
4	50.0	0.0	

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.8	5.2	24
2	-44.8	244.8	24
3	44.8	244.8	24
4	44.8	5.2	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 71 di 105

1	1	4	6	24
2	2	3	2	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
	Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
	My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
	Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
	Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
	N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
	1	0.00	1400.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00	1800.00	0.00	0.00	0.00

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

	N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
	Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
	My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				
	N°Comb.	N	Mx	My		
	1	0.00	580.00 (3553.80)	0.00 (0.00)		

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.4	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

	Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
	N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)									
	Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
	My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
	N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)									
	Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
	My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
	Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)									
		Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
	As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo trav.). Tra parentesi l'area minima di normativa									
	N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa	
	1	S	0.00	3287.44	0.00	0.00	3415.42	0.00	2.440	36.2(43.8)	6
	2	S	0.00	3287.44	0.00	0.00	3415.42	0.00	1.897	36.2(43.8)	6

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	72 di 105

	N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
5.2	1	0.00234	-0.02823	-50.0	250.0	0.00086	-44.8	244.8	-0.06750	-44.8
5.2	2	0.00234	-0.02823	-50.0	250.0	0.00086	-44.8	244.8	-0.06750	-44.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000285308	-0.068983604	0.034	0.700
2	0.000000000	0.000285308	-0.068983604	0.034	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.02	50.0	250.0	-69.4	-44.8	5.2	2163	36.2	12.8	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.5	0	0.125	24	40	-36.5430.00014 (0.00014)		177	0.042 (0.20)	3553.80	0.00

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 73 di 105

11.1.3 Verifica a taglio

SEZIONE				IPOTESI 1 Cot $\theta = 2$ $\theta = 21,8^\circ$			
b _w	=	100	cm	Armatura trasversale			
h	=	250	cm	V _{Rsd} =	4167.62 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
c	=	4	cm	V _{Rcd} =	7181.50 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
d	=	h-c	= 246 cm	V _{Rd} =	4167.62 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
MATERIALI				IPOTESI 2 Cot $\theta = 1$ $\theta = 45^\circ$			
f _{ywd}	=	391.30	MPa	Armatura trasversale			
R _{ck}	=	40	MPa	V _{Rsd} =	1667.05 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$	
γ _c	=	1.5		V _{Rcd} =	10413.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 33.2 MPa	V _{Rd} =	1667.05 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	= 18.81 MPa	IPOTESI 3 Cot θ in cui V _{Rsd} =V _f : Rottura bilanciata			
ARMATURE A TAGLIO				cot(θ) = 3.39 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)			
ø _{st}	=	14		θ = 16.43 °			
braccia	=	2.5		$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{td} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$			
ø _{st2}	=			V _{Rsd} =	5651.50 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
braccia	=			V _{Rcd} =	5651.50 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})	
passo	=	20	cm	MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
(A _{sw} / s)	=	19.242	cm ² / m	V _{Rd} = 4168 (KN)			
α	=	90	° (90° staffe verticali)				
ARMATURE LONGITUDINALI							
ø	=	26					
Numero	=	5					
A _{sl}	=	26.546	cm ²				
TAGLIO AGENTE V _{Ed} = 2700 (KN)							
SFORZO NORMALE N _{Ed} = 0 (KN)							

11.2 VERIFICA DEL MURO PARAGHIAIA

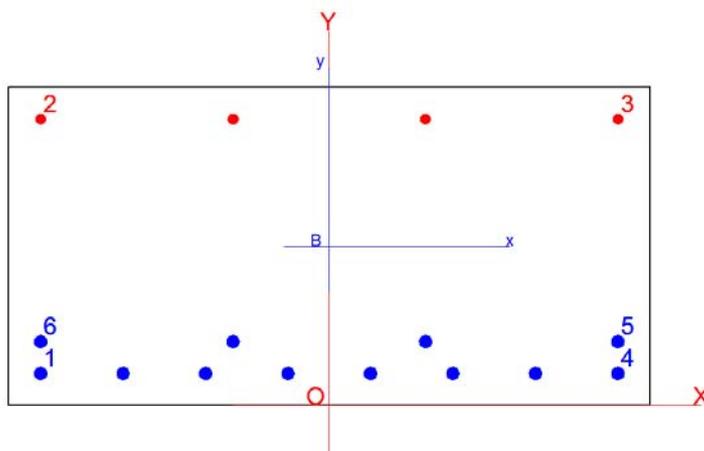
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

ARMATURA		
Armatura verticale	Armatura orizzontale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø14/40x40
1Ø20/12.5+ 1Ø20/25	1Ø20/12.5+ 1Ø20/25	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
1Ø16/25	1Ø16/25	

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 74 di 105

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

11.2.1 Verifica dell'armatura verticale



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	70.0
3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.0	20
2	-45.0	65.0	20
3	45.0	65.0	20
4	45.0	5.0	20
5	45.0	10.0	20
6	-45.0	10.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	20
2	5	6	2	20
3	2	3	2	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 76 di 105	

-	5.0	1	0.00350	-0.00802	-50.0	70.0	0.00158	-45.0	65.0	-0.02145	-45.0
-	5.0	2	0.00350	-0.00830	-50.0	70.0	0.00153	-45.0	65.0	-0.02207	-45.0
-	5.0	3	0.00350	-0.00974	-50.0	70.0	0.00129	-45.0	65.0	-0.02518	-45.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.										
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)										
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue										
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.						
1	0.000000000	0.000383864	-0.023370493	----	----						
2	0.000000000	0.000393407	-0.024038476	----	----						
3	0.000000000	0.000441247	-0.027387296	0.122	0.700						

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

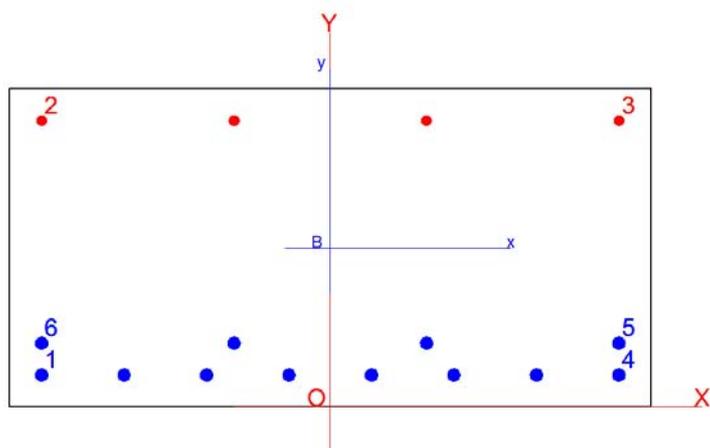
Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.78	-50.0	70.0	-63.1	-32.1	5.0	1889	37.7	12.9	1.00
2	S	2.59	-50.0	70.0	-82.6	-45.0	5.0	1889	37.7	5.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}												
S1	Esito della verifica												
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata												
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata												
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata												
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica												
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff												
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa												
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]												
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$ tra parentesi												
wk	Distanza media tra le fessure [mm]												
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$. Valore limite tra parentesi												
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]												
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]												
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-1.5	0	0.125	20	40	-3.4670.00013	(0.00013)	156	0.033	(0.20)	359.31	0.00
2	S	-1.7	0	0.125	20	40	-2.4960.00017	(0.00017)	140	0.039	(0.20)	317.88	0.00

11.2.2 Verifica dell'armatura 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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	77 di 105



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	70.0
3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.0	20
2	-45.0	65.0	20
3	45.0	65.0	20
4	45.0	5.0	20
5	45.0	10.0	20
6	-45.0	10.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	20
2	5	6	2	20
3	2	3	2	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	78 di 105				

N°Comb.	Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	228.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	564.00	0.00	0.00	0.00

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

N°Comb.	N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
	N	Mx	My	Mx	My		
1	0.00	157.00 (317.88)	0.00 (0.00)				

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.0	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

N°Comb	Ver	N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)		Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia		My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia		N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)		Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia		My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia		Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)		As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000	
		N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa								
1	S	0.00	808.99	0.00	0.00	881.00	0.00	3.864	37.7(11.6)								
2	S	0.00	808.99	0.00	0.00	881.00	0.00	1.562	37.7(11.6)								

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
1	0.00350	-0.00974	-50.0	70.0	0.00129	-45.0	65.0	-0.02518	-45.0
2	0.00350	-0.00974	-50.0	70.0	0.00129	-45.0	65.0	-0.02518	-45.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	79 di 105				

C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue					
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.	
1	0.00000000	0.000441247	-0.027387296	0.122	0.700	
2	0.00000000	0.000441247	-0.027387296	0.122	0.700	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.39	-50.0	70.0	-76.3	-19.3	5.0	1889	37.7	6.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.5	0	0.125	20	40	-3.0990.00015	(0.00015)	143	0.037 (0.20)	317.88	0.00

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 80 di 105

11.2.3 Verifica a taglio

SEZIONE			
b _w	=	100	cm
h	=	70	cm
c	=	5	cm
d	=	h-c	= 65 cm
MATERIALI			
f _{ywd}	=	391.30	MPa
R _{ck}	=	40	MPa
γ _c	=	1.5	
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 33.2 MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
ø _{st}	=	14	
braccia	=	2.5	
ø _{st2}	=		
braccia	=		
passo	=	40	cm
(A _{sw} / s)	=	9.621	cm ² / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
ø _l	=	26	
Numero	=	5	
A _{sl}	=	26.546	cm ²
TAGLIO AGENTE V _{Ed} = 343 (KN)			
SFORZO NORMALE N _{Ed} = 0 (KN)			
IPOTESI 1 Cot θ = 2 θ = 21,8°			
Armatura trasversale			
V _{Rsd}	=	550.60 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V _{Rcd}	=	1897.55 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V _{Rd}	=	550.60 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})
IPOTESI 2 Cot θ = 1 θ = 45°			
Armatura trasversale			
V _{Rsd}	=	220.24 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V _{Rcd}	=	2751.45 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V _{Rd}	=	220.24 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})
IPOTESI 3 Cot θ in cui VRsd=Vf: Rottura bilanciata			
cot(θ) = 4.90 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)			
θ = 11.54 °			
V _{Rsd}	=	1078.64 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V _{Rcd}	=	1078.64 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V _{Rd}	=	1078.64 (KN)	
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
V _{Rd}	=	551 (KN)	

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 81 di 105

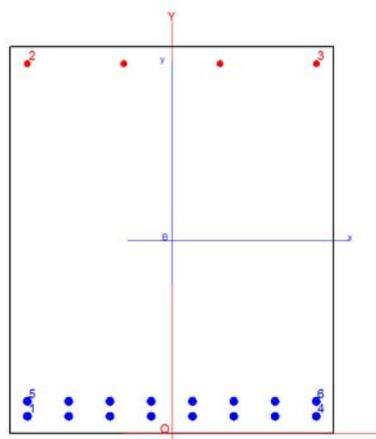
11.3 VERIFICA DEI MURI LATERALI

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

ARMATURA		
Armatura verticale	Armatura orizzontale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø14/40x20
1+1Ø26/12.5	1Ø20/12.5	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
1Ø20/25	1Ø16/25	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

11.3.1 Verifica dell'armatura verticale



- CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	82 di 105

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.7	5.3	26
2	-44.7	94.7	26
3	44.7	94.7	26
4	44.7	5.3	26
5	-44.7	10.0	26
6	44.7	10.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	26
2	2	3	2	20
3	5	6	6	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	400.00	350.00	0.00	0.00	0.00
2	500.00	1450.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	1450.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	240.00	200.00 (921.18)	0.00 (0.00)
2	0.00	200.00 (734.77)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.1	cm

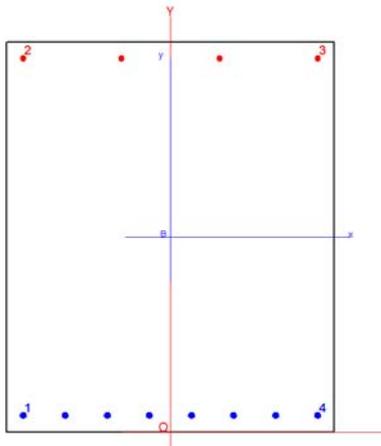
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 84 di 105				

-	1	S	1.44	-50.0	100.0	-19.1	-44.7	5.3	2350	84.9	4.7	1.00
-	2	S	1.23	-50.0	100.0	-30.2	-6.4	5.3	2350	84.9	4.7	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

-	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}												
-	Ver.	Esito della verifica											
-	S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
-	S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
-	k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
-	k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica											
-	Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$											
-	Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
-	Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]											
-	e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/Es$ è tra parentesi											
-	srm	Distanza media tra le fessure [mm]											
-	wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e$ e $s_m \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi											
-	MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
-	MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
-	Comb.	Ver.	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
-	1	S	-0.7	0	0.125	26	40	-20.2140.00004 (0.00004)	125	0.008 (0.20)	921.18	0.00	
-	2	S	-0.8	0	0.125	26	40	-12.4970.00006 (0.00006)	125	0.013 (0.20)	734.77	0.00	

11.3.2 Verifica dell'armatura orizzontale



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

-	Forma del Dominio: Poligonale		
-	Classe Conglomerato: C32/40		
-	N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
-	1	-50.0	0.0
-	2	-50.0	100.0
-	3	50.0	100.0
-	4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

-	N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 85 di 105

-	1	-45.0	5.0	20
-	2	-45.0	95.0	20
-	3	45.0	95.0	20
-	4	45.0	5.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	20
2	2	3	2	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	360.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	240.00 (594.11)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.9	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	------	-------	-------	-------	--------	--------	----------	---------

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 86 di 105	

-	1	S	0.00	868.42	0.00	0.00	908.06	0.00	2.522	25.1(17.0)
-	2	S	0.00	868.42	0.00	0.00	908.06	0.00	2.270	25.1(17.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

-	ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione									
-	ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace									
-	Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)									
-	Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)									
-	Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-		N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
-	Ys max										
-		1	0.00350	-0.02233	-50.0	100.0	0.00049	-45.0	95.0	-0.05375	-45.0
-	5.0										
-		2	0.00350	-0.02233	-50.0	100.0	0.00049	-45.0	95.0	-0.05375	-45.0
-	5.0										

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

-	a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.									
-	x/d	Rap. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)									
-	C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue									
-		N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.				
-		1	0.000000000	0.000602669	-0.056766859	0.061	0.700				
-		2	0.000000000	0.000602669	-0.056766859	0.061	0.700				

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

-	Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata											
-	Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]											
-	Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)											
-	Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]											
-	Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)											
-	Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre											
-	As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure											
-	D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure											
-	Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2											
-		N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
-		1	S	2.22	50.0	100.0	-108.7	-32.1	5.0	1853	25.1	12.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [B.6.6 DM96]

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

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 87 di 105

1 S -1.3 0 0.125 20 40 -5.1280.00022 (0.00022) 179 0.066 (0.20) 594.11 0.00

11.3.3 Verifica a taglio

<table border="1"> <tr><td colspan="4">SEZIONE</td></tr> <tr><td>b_w</td><td>=</td><td>100</td><td>cm</td></tr> <tr><td>h</td><td>=</td><td>100</td><td>cm</td></tr> <tr><td>c</td><td>=</td><td>5</td><td>cm</td></tr> <tr><td>d</td><td>=</td><td>h-c</td><td>= 95 cm</td></tr> <tr><td colspan="4">MATERIALI</td></tr> <tr><td>f_{ywd}</td><td>=</td><td>391.30</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>R_{ck}</td><td>=</td><td>40</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>γ_c</td><td>=</td><td>1.5</td><td></td></tr> <tr><td>f_{ck}</td><td>=</td><td>0.83xR_{ck}</td><td>= 33.2 MPa</td></tr> <tr><td>f_{cd}</td><td>=</td><td>0.85xf_{ck}/γ_c</td><td>= 18.81 MPa</td></tr> <tr><td colspan="4">ARMATURE A TAGLIO</td></tr> <tr><td>α_{st}</td><td>=</td><td>14</td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td>2.5</td><td></td></tr> <tr><td>α_{st2}</td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>braccia</td><td>=</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>passo</td><td>=</td><td>20</td><td>cm</td></tr> <tr><td>(A_{sw} / s)</td><td>=</td><td>19.242</td><td>cm² / m</td></tr> <tr><td>α</td><td>=</td><td>90</td><td>° (90° staffe verticali)</td></tr> <tr><td colspan="4">ARMATURE LONGITUDINALI</td></tr> <tr><td>α</td><td>=</td><td>26</td><td></td></tr> <tr><td>Numero</td><td>=</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>A_{sl}</td><td>=</td><td>26.546</td><td>cm²</td></tr> <tr><td colspan="4">TAGLIO AGENTE</td></tr> <tr><td>V_{Ed}</td><td>=</td><td>1350</td><td>(KN)</td></tr> <tr><td colspan="4">SFORZO NORMALE</td></tr> <tr><td>N_{Ed}</td><td>=</td><td>0</td><td>(KN)</td></tr> </table>	SEZIONE				b _w	=	100	cm	h	=	100	cm	c	=	5	cm	d	=	h-c	= 95 cm	MATERIALI				f _{ywd}	=	391.30	MPa	R _{ck}	=	40	MPa	γ _c	=	1.5		f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 33.2 MPa	f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	= 18.81 MPa	ARMATURE A TAGLIO				α _{st}	=	14		braccia	=	2.5		α _{st2}	=			braccia	=			passo	=	20	cm	(A _{sw} / s)	=	19.242	cm ² / m	α	=	90	° (90° staffe verticali)	ARMATURE LONGITUDINALI				α	=	26		Numero	=	5		A _{sl}	=	26.546	cm ²	TAGLIO AGENTE				V _{Ed}	=	1350	(KN)	SFORZO NORMALE				N _{Ed}	=	0	(KN)	<table border="1"> <tr><td colspan="2">IPOTESI 1 Cot ϕ = 2 ϕ = 21,8°</td></tr> <tr><td colspan="2">Armatura trasversale</td></tr> <tr><td>V_{Rsd}</td><td>= 1609.45 (KN)</td></tr> <tr><td>V_{Rcd}</td><td>= 2773.34 (KN)</td></tr> <tr><td>V_{Rd}</td><td>= 1609.45 (KN)</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">min(V_{Rsd}, V_{Rcd})</td></tr> <tr><td colspan="2">IPOTESI 2 Cot ϕ = 1 ϕ = 45°</td></tr> <tr><td colspan="2">Armatura trasversale</td></tr> <tr><td>V_{Rsd}</td><td>= 643.78 (KN)</td></tr> <tr><td>V_{Rcd}</td><td>= 4021.35 (KN)</td></tr> <tr><td>V_{Rd}</td><td>= 643.78 (KN)</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: right;">min(V_{Rsd}, V_{Rcd})</td></tr> <tr><td colspan="2">IPOTESI 3 Cot ϕ in cui V_{Rsd}=V_f: Rottura bilanciata</td></tr> <tr><td>cot(θ)</td><td>= 3.39 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)</td></tr> <tr><td>θ</td><td>= 16.43 °</td></tr> <tr><td>V_{Rsd}</td><td>= 2182.49 (KN)</td></tr> <tr><td>V_{Rcd}</td><td>= 2182.49 (KN)</td></tr> <tr><td>V_{Rd}</td><td>= 2182.49 (KN)</td></tr> <tr><td colspan="2">MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</td></tr> <tr><td>V_{Rd}</td><td>= 1610 (KN)</td></tr> </table>	IPOTESI 1 Cot ϕ = 2 ϕ = 21,8°		Armatura trasversale		V _{Rsd}	= 1609.45 (KN)	V _{Rcd}	= 2773.34 (KN)	V _{Rd}	= 1609.45 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})		IPOTESI 2 Cot ϕ = 1 ϕ = 45°		Armatura trasversale		V _{Rsd}	= 643.78 (KN)	V _{Rcd}	= 4021.35 (KN)	V _{Rd}	= 643.78 (KN)	min(V _{Rsd} , V _{Rcd})		IPOTESI 3 Cot ϕ in cui V _{Rsd} =V _f : Rottura bilanciata		cot(θ)	= 3.39 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)	θ	= 16.43 °	V _{Rsd}	= 2182.49 (KN)	V _{Rcd}	= 2182.49 (KN)	V _{Rd}	= 2182.49 (KN)	MASSIMO TAGLIO RESISTENTE		V _{Rd}	= 1610 (KN)
SEZIONE																																																																																																																																																					
b _w	=	100	cm																																																																																																																																																		
h	=	100	cm																																																																																																																																																		
c	=	5	cm																																																																																																																																																		
d	=	h-c	= 95 cm																																																																																																																																																		
MATERIALI																																																																																																																																																					
f _{ywd}	=	391.30	MPa																																																																																																																																																		
R _{ck}	=	40	MPa																																																																																																																																																		
γ _c	=	1.5																																																																																																																																																			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	= 33.2 MPa																																																																																																																																																		
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	= 18.81 MPa																																																																																																																																																		
ARMATURE A TAGLIO																																																																																																																																																					
α _{st}	=	14																																																																																																																																																			
braccia	=	2.5																																																																																																																																																			
α _{st2}	=																																																																																																																																																				
braccia	=																																																																																																																																																				
passo	=	20	cm																																																																																																																																																		
(A _{sw} / s)	=	19.242	cm ² / m																																																																																																																																																		
α	=	90	° (90° staffe verticali)																																																																																																																																																		
ARMATURE LONGITUDINALI																																																																																																																																																					
α	=	26																																																																																																																																																			
Numero	=	5																																																																																																																																																			
A _{sl}	=	26.546	cm ²																																																																																																																																																		
TAGLIO AGENTE																																																																																																																																																					
V _{Ed}	=	1350	(KN)																																																																																																																																																		
SFORZO NORMALE																																																																																																																																																					
N _{Ed}	=	0	(KN)																																																																																																																																																		
IPOTESI 1 Cot ϕ = 2 ϕ = 21,8°																																																																																																																																																					
Armatura trasversale																																																																																																																																																					
V _{Rsd}	= 1609.45 (KN)																																																																																																																																																				
V _{Rcd}	= 2773.34 (KN)																																																																																																																																																				
V _{Rd}	= 1609.45 (KN)																																																																																																																																																				
min(V _{Rsd} , V _{Rcd})																																																																																																																																																					
IPOTESI 2 Cot ϕ = 1 ϕ = 45°																																																																																																																																																					
Armatura trasversale																																																																																																																																																					
V _{Rsd}	= 643.78 (KN)																																																																																																																																																				
V _{Rcd}	= 4021.35 (KN)																																																																																																																																																				
V _{Rd}	= 643.78 (KN)																																																																																																																																																				
min(V _{Rsd} , V _{Rcd})																																																																																																																																																					
IPOTESI 3 Cot ϕ in cui V _{Rsd} =V _f : Rottura bilanciata																																																																																																																																																					
cot(θ)	= 3.39 (calcolato) cot(θ) = 2.50 (limitato)																																																																																																																																																				
θ	= 16.43 °																																																																																																																																																				
V _{Rsd}	= 2182.49 (KN)																																																																																																																																																				
V _{Rcd}	= 2182.49 (KN)																																																																																																																																																				
V _{Rd}	= 2182.49 (KN)																																																																																																																																																				
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE																																																																																																																																																					
V _{Rd}	= 1610 (KN)																																																																																																																																																				

11.4 VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE

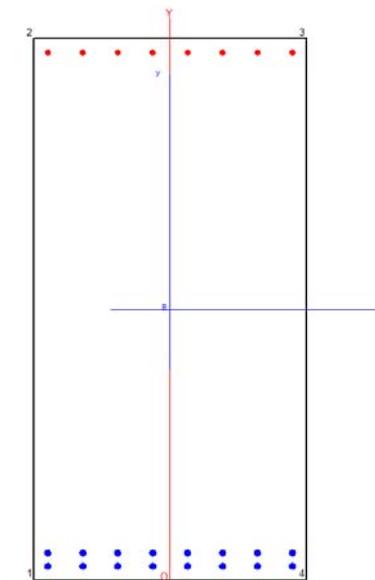
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

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> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.														
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.03.04.001</td> <td>A</td> <td>88 di 105</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	88 di 105
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	88 di 105									

ARMATURA		
Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø16/40x40
1+1Ø26/12.5	1+1Ø24/12.5	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
1Ø20/12.5	1Ø20/12.5	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

11.4.1 Verifica dell'armatura longitudinale



- CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

-		Forma del Dominio: Poligonale
-		Classe Conglomerato: C28/35
-	N°vertice:	X [cm] Y [cm]
-	1	-50.0 0.0
-	2	-50.0 200.0

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 89 di 105	

- 3 50.0 200.0
- 4 50.0 0.0

- **DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.7	5.3	26
2	-44.7	194.8	20
3	44.7	194.8	20
4	44.7	5.3	26
5	44.7	10.0	26
6	-44.7	10.0	26

- **DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	26
2	2	3	6	20
3	5	6	6	26

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	4200.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	5000.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3000.00 (2371.25)	0.00 (0.00)

- **RISULTATI DEL CALCOLO**

- Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

- Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
- Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.1 cm

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

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
- N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
- Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.04.001 A 90 di 105	

-	My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
-	N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)									
-	Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
-	My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
-	Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)									
-		Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
-	As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa									
-											
-	N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa	
-	1	S	0.00	5724.25	0.00	0.00	6171.74	0.00	1.469	84.9(31.8)	
-	2	S	0.00	5724.25	0.00	0.00	6171.74	0.00	1.234	84.9(31.8)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

-	ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione									
-	ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace									
-	Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)									
-	Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)									
-	Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-	Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
-											
-	N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	
-	Ys max										
-	1	0.00350	-0.01358	-50.0	200.0	0.00246	-44.7	194.8	-0.03530	-44.7	
-	5.3										
-	2	0.00350	-0.01358	-50.0	200.0	0.00246	-44.7	194.8	-0.03530	-44.7	
-	5.3										

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

-	a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.									
-	x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)									
-	C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue									
-											
-	N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.					
-	1	0.000000000	0.000199261	-0.036352163	0.090	0.700					
-	2	0.000000000	0.000199261	-0.036352163	0.090	0.700					

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

-	Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
-	Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
-	Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
-	Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
-	Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
-	Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
-	As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
-	D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
-	Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
-												
-	N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
-	1	S	5.47	-50.0	200.0	-204.9	-6.4	5.3	2350	84.9	4.7	1.00

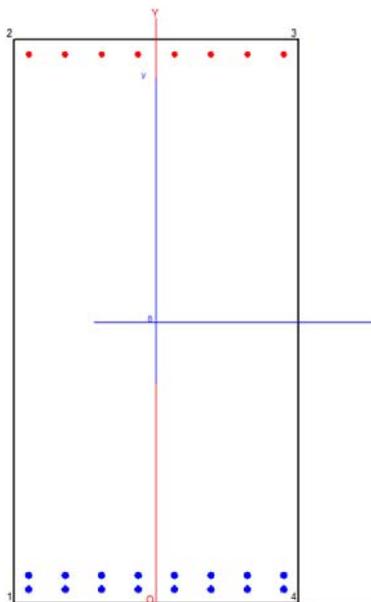
COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [SB.6.6 DM96]

-	Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm									
-	S1	Esito della verifica									
-	S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata									
-	k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata									
-	k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata									
-		= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica									

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	91 di 105

-		Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
-		Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
-		Psi	= $1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{fctm}/\text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]											
-		e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi											
-		srm	Distanza media tra le fessure [mm]											
-		wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$. Valore limite tra parentesi											
-		MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
-		MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
-														
-	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
-	1	S	-3.6	0	0.125	26	40	0.3750.00041	(0.00041)	125	0.087 (0.20)	2371.25	0.00	

11.4.2 Verifica dell'armatura trasversale



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.8	5.2	24
2	-44.8	194.8	20
3	44.8	194.8	20
4	44.8	5.2	24
5	-44.8	10.0	24

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 92 di 105

6 44.8 10.0 24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	24
2	2	3	6	20
3	5	6	6	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	4060.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	4850.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2800.00 (2309.04)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)									
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)									
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia									
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa									
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa	
1	S	0.00	4916.87	0.00	0.00	5291.67	0.00	1.303	72.4(31.9)	
2	S	0.00	4916.87	0.00	0.00	5291.67	0.00	1.091	72.4(31.9)	

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	93 di 105

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

	ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione								
	ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace								
	Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)								
	Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)								
	Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max
Ys max										
	1	0.00350	-0.01812	-50.0	200.0	0.00219	-44.8	194.8	-0.04564	-44.8
5.2										
	2	0.00350	-0.01812	-50.0	200.0	0.00219	-44.8	194.8	-0.04564	-44.8
5.2										

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

	a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.				
	x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
	C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
	N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
	1	0.000000000	0.000252234	-0.046946854	0.071	0.700
	2	0.000000000	0.000252234	-0.046946854	0.071	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

	Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
	Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
	Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
	Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
	Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
	Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
	As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
	D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
	Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
	N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
	1	S	5.40	50.0	200.0	-222.9	-6.4	5.2	2200	72.4	4.8	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [SB.6.6 DM96]

	Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm											
	S1	Esito della verifica											
	S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
	k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
	k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
	Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica											
	Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
	Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
	e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]											
	srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi											
	wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
	MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi											
	MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
		Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
	Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
	1	S	-3.4	0	0.125	24	40	0.3200.00045 (0.00045)	126	0.096 (0.20)	2309.04	0.00	

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A

11.4.3 Verifica a taglio e punzonamento

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza a taglio e punzonamento per le situazioni più gravose per il plinto di fonazione.

In particolare si riporta la verifica a taglio della sezione del plinto a filo muro frontale. Le verifiche nei confronti del punzonamento è svolta in accordo al paragrafo 4.1.2.1.3.4 delle NTC2008, utilizzando le procedure riportate nell' UNI EN 1992-1-1, §6.4. Per il palo di bordo si è considerato un perimetro ridotto alla sola semicirconferenza ricadente all'interno della platea. Il calcolo è stato svolto con riferimento ad elementi privi di armatura specifica per il punzonamento.

SEZIONE			
b_w	=	100	cm
h	=	200	cm
c	=	5	cm
d	=	$h-c$	= 195 cm
MATERIALI			
f_{ywd}	=	391.30	MPa
R_{ck}	=	40	MPa
γ_c	=	1.5	
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
ϕ_{st}	=	16	
braccia	=	2.5	
ϕ_{st2}	=		
braccia	=		
passo	=	40	cm
(A_{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
ϕ_l	=	26	
Numero	=	5	
A_{sl}	=	26.546	cm ²
TAGLIO AGENTE			
V_{Ed}	=	2000	(KN)
SFORZO NORMALE			
N_{Ed}	=	0	(KN)
IPOTESI 1 $Cot \theta = 2 \Rightarrow \theta = 21,8^\circ$			
Armatura trasversale			
V_{Rsd}	=	2157.45 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
V_{Rcd}	=	5692.66 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$
V_{Rd}	=	2157.45 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
IPOTESI 2 $Cot \theta = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$			
Armatura trasversale			
V_{Rsd}	=	862.98 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
V_{Rcd}	=	8254.35 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$
V_{Rd}	=	862.98 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
IPOTESI 3 $Cot \theta$ in cui $V_{Rsd} = V_f$: Rottura bilanciata			
$\cot(\theta)$	=	4.26 (calcolato)	$\cot(\theta) = 2.50$ (limitato)
θ	=	13.22 °	
V_{Rsd}	=	3674.50 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$
V_{Rcd}	=	3674.50 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$
V_{Rd}	=	3674.50 (KN)	
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
V_{Rd}	=	2158 (KN)	

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. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.03.04.001</td> <td>A</td> <td>95 di 105</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	95 di 105
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	95 di 105									

VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2 -UNI EN 1992-1-1

DATI COLONNA

D	=	1500	mm	Diametro palo	
Hp (piastra)	=	2000	mm		
cx (coprifero asse)	=	53	mm		
cy (coprifero asse)	=	79	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1947	mm
dy	=	Hp-cy	=	1921	mm
deff (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1934	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2deff)$	=	29016	mm

TIPOLOGIA PILASTRO

UBICAZIONE

β 1	=	A
-----------	---	---

MATERIALI

f_{ywd}	=	391.30	MPa	acciaio	
R_{ck}	=	35	MPa	cls	
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	29.05	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	16.46	MPa
f_{ctm}	=	$0.3 \times (f_{ck})^{2/3}$	=	2.83	MPa
f_{ctk}	=	$0.7 \times f_{ctm}$	=	1.98	MPa
f_{ctd}	=	f_{ctk} / γ_c	=	1.32	MPa

ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA

ϕ_x	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
A_{slix}	=	4247.43	mm ² /m	area barre X a ml
leff _y	=	13.10	m	larghezza efficace dir Y
A_{slix}	=	55658.37	mm ²	acciaio X nella larghezza efficace
ϕ_y	=	20	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
A_{sly}	=	2513.27	mm ² /m	area barre Ya ml
leff _x	=	13.10	mm	larghezza efficace dir X
A_{sly}	=	32933.94	mm ²	acciaioY nella larghezza efficace

SOLLECITAZIONE DI CALCOLO

SFORZO NORMALE PALO	$V_{Ed} =$	9500	(KN)
---------------------	------------	------	------

TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (u \cdot 1 \cdot d)$	0.25	Mpa
----------------------	---	------	-----

TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA

$v_{Rd,c}$	=	0.27	(MPa)	$v_{min+0.15 \cdot scg}$	0.29	(MPa)
$v_{Rd,c}$	=	0.29	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	Verifica positiva				

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 96 di 105

11.5 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE

11.5.1 Verifiche a pressoflessione e taglio

Il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri), dipendente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e dall'eventuale liquefacibilità del suolo. Generalmente, la sua applicazione fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Per la spalla in esame α è pari a 3.1 Di seguito il diagramma del momento adimensionale del palo della fondazione in esame.

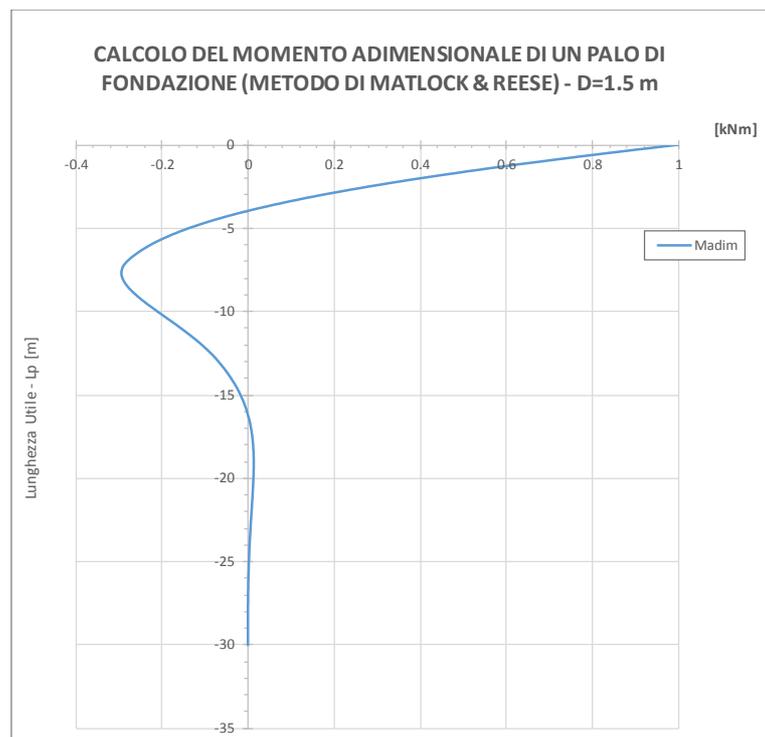


Figura 19: Diagramma del Momento adimensionale lungo il palo

Si rimanda alla relazione geotecnica per maggiori dettagli relativi al calcolo di tale parametro.

I pali saranno armati con un doppio strato di 60+60 $\varnothing 26$ e con una spirale $\varnothing 14/15$.

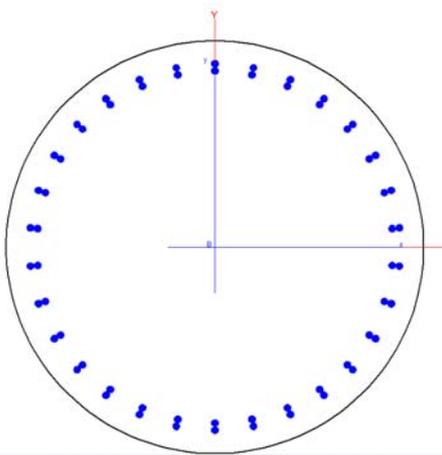
Tale armatura costituisce la prima gabbia di armatura del palo e si estende per 15 metri a partire dalla testa del palo. Le successive gabbie di armatura potranno essere realizzate con un'armatura verticale pari 30 $\varnothing 20$, superiore al valore minimo previsto dalla normativa pari a 0.3% dell'area di calcestruzzo.

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	97 di 105

Di seguito si riporta a titolo esemplificativo
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

ARMATURA		
Armatura 1	Armatura 2	Armatura taglio
60+60Ø26	30Ø20	1Ø16/10

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	98 di 105				

- Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
- Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
- Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
- N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
- Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.6	30	26
2	0.0	0.0	64.0	30	26

ARMATURE A TAGLIO

- Diametro staffe: 16 mm
- Passo staffe: 10.0 cm
- Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	7800.00	1160.00	0.00	0.00	400.00
2	9500.00	7540.00	0.00	0.00	2600.00
3	3400.00	1160.00	0.00	0.00	400.00
4	3450.00	750.00	0.00	0.00	2600.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	5400.00	725.00 (1738.25)	0.00 (0.00)
2	2500.00	725.00 (4236.42)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

- Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.1 cm
- Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.8 cm
- Copriferro netto minimo staffe: 5.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	------	-------	-------	-------	--------	--------	----------	---------

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.03.04.001</td> <td>A</td> <td>99 di 105</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	99 di 105
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	99 di 105								

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	1	S	7800.00	7199.96	0.00	7800.26	8370.49	0.00	7.216	-----
-	2	S	9500.00	7600.20	0.00	9499.96	8470.30	0.00	1.123	-----
-	3	S	3400.00	5851.49	0.00	3400.09	7632.45	0.00	6.580	-----
-	4	S	3450.00	5868.45	0.00	3450.26	7643.48	0.00	10.191	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione								
-	-	ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace								
-	-	Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
-	-	Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
-	-	es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)								
-	-	Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
-	-	Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
-	-	es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)								
-	-	Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
-	-	Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	
-	Ys max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	1	0.00350	0.00025	0.0	75.0	0.00308	0.0	66.6	-0.00366	0.0	
-	-66.6	2	0.00350	0.00050	0.0	75.0	0.00311	0.0	66.6	-0.00312	
-	-66.6	3	0.00350	-0.00066	0.0	75.0	0.00296	0.0	66.6	-0.00566	
-	-66.6	4	0.00350	-0.00065	0.0	75.0	0.00296	0.0	66.6	-0.00564	
-	-66.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.							
-	-	x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)							
-	-	C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.	-	-	-	-
-	1	0.000000000	0.000050574	-0.000293076	----	----	-	-	-	-
-	2	0.000000000	0.000046729	-0.000004676	----	----	-	-	-	-
-	3	0.000000000	0.000064716	-0.001353664	----	----	-	-	-	-
-	4	0.000000000	0.000064513	-0.001338482	----	----	-	-	-	-

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]								
-	-	Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata								
-	-	Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro								
-	-	Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]								
-	-	Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]								
-	-	Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.								
-	-	bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.								
-	-	Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato								
-	-	Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione								
-	-	Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]								
-	-	A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.								
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
-	1	S	0.00	4656.09	8613.58	122.1	138.8	21.80°	1.250	0.0	80.1(0.0)
-	2	S	0.00	4656.09	8613.58	122.1	138.8	21.80°	1.250	0.0	80.1(0.0)
-	3	S	0.00	4191.34	8679.88	123.0	136.5	21.80°	1.136	0.0	80.1(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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	100 di 105				

4 S 0.00 4198.72 8679.88 123.0 136.5 21.80° 1.138 0.0 80.1(0.0)

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.96	0.0	200.0	15.4	0.0	-66.6	----	----	----	----
2	S	2.70	0.0	100.0	-4.9	0.0	-66.6	618	21.2	2.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm												
Ver.	Esito della verifica											
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica											
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]											
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi											
srm	Distanza media tra le fessure [mm]											
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi											
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.9	0	----	----	----	----	----	----	----	1738.25	0.00
2	S	-0.4	0	0.125	26	39	-33.1450.00001 (0.00001)		121	0.002 (0.20)	4236.42	0.00

11.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

11.6.1 Verifiche di capacità portante

In accordo con le curve di capacità portante ottenute per il viadotto in esame (riportate al paragrafo dedicato), nelle seguenti tabelle si riportano le lunghezze dei pali utilizzate per la spalla S1 e la sintesi delle verifiche geotecniche.

Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A PAGINA 101 di 105

FONDAZIONE				SFORZI NEI PALI		
Condizione terreno	D _{pali}	N _{pali}	L _{pali}	Combinazione	N _{min}	Q _{d,c}
	[m]	[-]	[m]		[kN]	[kN]
Non Liquefacibile	1.5	38	48	SLU-sisma	9500	9758

SPALLA		FONDAZIONE				SFORZI NEI PALI			
Opera	Spalla	Condizione terreno	D _{pali}	N _{pali}	L _{pali}	Combinazione	N _{min}	QI	QI/N _{min}
			[m]	[-]	[m]		[kN]	[kN]	[-]
VI02	S2	Non Liquefacibile	1.5	12	48	SLE-C-Gr.1(P)	5200	10759.1	2.07

11.6.2 Valutazione dei cedimenti in fondazione

Per la valutazione dei cedimenti in fondazione si rimanda alla relazione geotecnica di calcolo per le fondazioni dei viadotti.

11.6.3 Verifiche del carico limite orizzontale

Per i pali di fondazione da realizzare nei terreni non suscettibili ai fenomeni di liquefazione, le verifiche di capacità portante laterale dei pali di fondazione vengono eseguite secondo la consolidata metodologia di Broms (1964) per terreni incoerenti sotto falda attraverso un apposito foglio di calcolo. Per tutti i pali si configura l'ipotesi di palo lungo. Le verifiche, riportate nelle pagine seguenti, risultano soddisfatte.

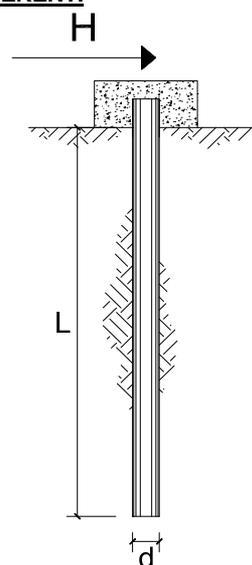
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A 102 di 105

CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI
PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA: VI-02-S2

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)



coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	$\gamma_{\phi'}$	γ_T
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.30	1.50	1.25	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Palo corto:
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{ \left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2 }$$

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. PAGINA A 103 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						

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	48.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	12221.15	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	30.00	(°)	φ'_{min} =	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	30.00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p,med}$ =	3.00	(-)	$k_{p,min}$ =	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	16.00	(kN/m ³)		
Carico Orizzontale:	G =	2432	(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 248832.00 \text{ (kN)} \qquad H1_{min} = 248832.00 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 83198.61 \text{ (kN)} \qquad H2_{min} = 83198.61 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 5257.38 \text{ (kN)} \qquad H3_{min} = 5257.38 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 5257.38 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 5257.38 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 3755.27 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 2888.67 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 2432.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.19$$

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 104 di 105

12 INCIDENZE

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di calcolo [kg]	Incidenza di progetto [kg/m ²]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Fondazione	2.00	LATO A	26	16	66.688	LATO A	24	16	56.816	16	40x40	6.25	9.8625	172.82	86	110
		LATO B	20	8	19.728	LATO B	20	8	19.728							
Muro frontale	2.50	LATO A	26	16	66.688	LATO A	24	8	28.408	14	20x40	12.5	15.1	138.60	55	80
		LATO B	24	4	14.204	LATO B	24	4	14.204							
Muro paraghiaia	0.70	LATO A	20	12	29.592	LATO A	20	12	29.592	14	40x40	6.25	7.55	79.36	113	140
		LATO B	16	4	6.312	LATO B	16	4	6.312							
Muri andatori	1.00	LATO A	26	16	66.688	LATO A	20	8	19.728	14	20x40	12.5	15.1	117.69	118	150
		LATO B	20	4	9.864	LATO B	16	4	6.312							

Elemento	Diametro [m]	Armatura verticale				Incidenza di calcolo [kg]	Incidenza di progetto [kg/m ³]
		Gabbia	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]		
Pali	1.50	GABBIA 1	26	120	500	283.0327	400
		GABBIA 2	20	30	74	41.86412	70

INCIDENZA PALI:

$$i = (400 + 70 \cdot 3) / 4 = 160 \text{ kg/mc}$$

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 Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	105 di 105

13 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Profilo longitudinale – Vista S2	7
Figura 2: Sezione longitudinale – S2.....	8
Figura 3: Sezione trasversale – S2	8
Figura 4: Pianta Strutturale – S2	9
Figura 5: Sezione D-D – S2	9
Figura 6: Copertura – ved elaborato IF1M.0.0.E.ZZ.CL.IV.03.0.7.001.A	10
Figura 7: Treno di carico LM71	24
Figura 8: Treno di carico SW/2.....	24
Figura 9: Sollecitazioni indotte da frenatura e avviamento dei treni	29
Figura 10: Spettri di risposta (q=1.0)_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	42
Figura 11: Spettri di risposta (q=1,5)_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	44
Figura 12: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008	50
Figura 13: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 ...	50
Figura 14: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008	51
Figura 15: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008.....	51
Figura 16: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D 1	55
Figura 17: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D 2	56
Figura 18: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – b) Pianta.....	57
Figura 19: Diagramma del Momento adimensionale lungo il palo.....	96