

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**

VI03 - VIADOTTO DAL Km. 11+976.14 al Km. 12+558.36

Relazione di calcolo spalla SP1

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	CL	VI 0 3 0 4	0 0 1	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

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.03.0.4.001	A 2 di 106

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	10
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	11
4.1	CALCESTRUZZO	11
4.1.1	Strutture di elevazione.....	11
4.1.2	Plinto di fondazione.....	11
4.1.3	Pali di fondazione.....	12
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE	13
4.3	COPRIFERRI MINIMI.....	13
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	14
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	14
5.2	LQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI	15
5.3	CAPACITA' PORTANTE DEI PALI	15
6	ANALISI DEI CARICHI.....	19
6.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G_1	19
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G_2	19
6.3	CARICHI ACCIDENTALI Q_1	19
6.3.1	Effetti dinamici	21
6.3.2	Numero di treni contemporanei.....	22

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 3 di 106

6.4	TRENO SCARICO Q_2	22
6.5	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA Q_3	22
6.6	AZIONE CENTRIFUGA Q_4	23
6.7	AZIONE LATERALE (SERPEGGIO) Q_5	25
6.8	AZIONE DEL VENTO Q_6	25
6.9	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI.....	26
6.10	CARICHI SUI MARCIAPIEDI	26
6.11	AZIONI SISMICHE Q_7	26
6.12	RIEPILOGO DEI CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO	39
6.13	SPINTA STATICA DELLA TERRA.....	41
6.14	SPINTA SOVRACCARICO ACCIDENTALE E PERMANENTE	42
6.15	SPINTA SISMICA.....	43
6.16	FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA	44
6.17	VARIAZIONI TERMICHE ϵ_3	45
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	46
8	CRITERI DI MODELLAZIONE	52
9	ANALISI DEI RISULTATI.....	53
10	CRITERI DI VERIFICA	55
10.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	55
10.1.1	Verifica a fessurazione	55
10.1.2	Verifica delle tensioni in esercizio.....	56
10.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	57
10.2.1	Sollecitazioni flettenti	57

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.03.0.4.001	A	4 di 106

10.2.2	<i>Sollecitazioni taglianti</i>	57
11	VERIFICHE	60
11.1	VERIFICA DEL MURO FRONTALE.....	60
11.1.1	<i>Verifica dell'armatura verticale</i>	61
11.1.2	<i>Verifica dell'armatura orizzontale</i>	64
11.1.3	<i>Verifica a taglio</i>	68
11.2	VERIFICA DEL MURO PARAGHIAIA.....	69
11.2.1	<i>Verifica dell'armatura verticale</i>	70
11.2.2	<i>Verifica dell'armatura orizzontale</i>	73
11.2.3	<i>Verifica a taglio</i>	76
11.3	VERIFICA DEI MURI LATERALI.....	78
11.3.1	<i>Verifica dell'armatura verticale</i>	78
11.3.2	<i>Verifica dell'armatura orizzontale</i>	82
11.3.3	<i>Verifica a taglio</i>	85
11.4	VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE	86
11.4.1	<i>Verifica dell'armatura longitudinale</i>	87
11.4.2	<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>	90
11.4.3	<i>Verifica a taglio e punzonamento</i>	93
11.5	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE	96
11.5.1	<i>Verifiche a pressoflessione e taglio</i>	96
11.6	VERIFICHE GEOTECNICHE	101
11.6.1	<i>Verifiche di capacità portante</i>	101
11.6.2	<i>Valutazione dei cedimenti in fondazione</i>	101

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 5 di 106

11.6.3	Verifiche del carico limite orizzontale	102
12	INCIDENZE.....	105
13	INDICE DELLE FIGURE	106

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 6 di 106			

1 PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali della spalla "S1" del viadotto "VI03", 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.

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 ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 7 di 106

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il viadotto in corrispondenza della spalla in esame (definita spalla S1) è realizzato da un impalcato in c.a.p formato da 4 travi a cassoncino prefabbricate con schema statico di trave appoggiata a singola campata di luce 25.00 m.

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

La spalla S1 è caratterizzata da un'altezza massima pari a 8.03m dallo spiccatto di fondazione. Il muro frontale è alto 5.00m, spesso 2.00m e presenta una larghezza di 13.10m. Il muro paraghiaia ha uno spessore di 0.50m 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 12.00x16.50 rispettivamente in direzione trasversale e longitudinale. La palificata si compone di 12 pali Ø 1500 di lunghezza 25m.

I due muri andatori hanno uno spessore di 1.20m ed un'altezza pari 8.03m.

Lo schema di vincolo dell'impalcato prevede tre dispositivi di appoggio multidirezionali e un dispositivo unidirezionale, con possibilità di scorrimento in senso longitudinale.

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

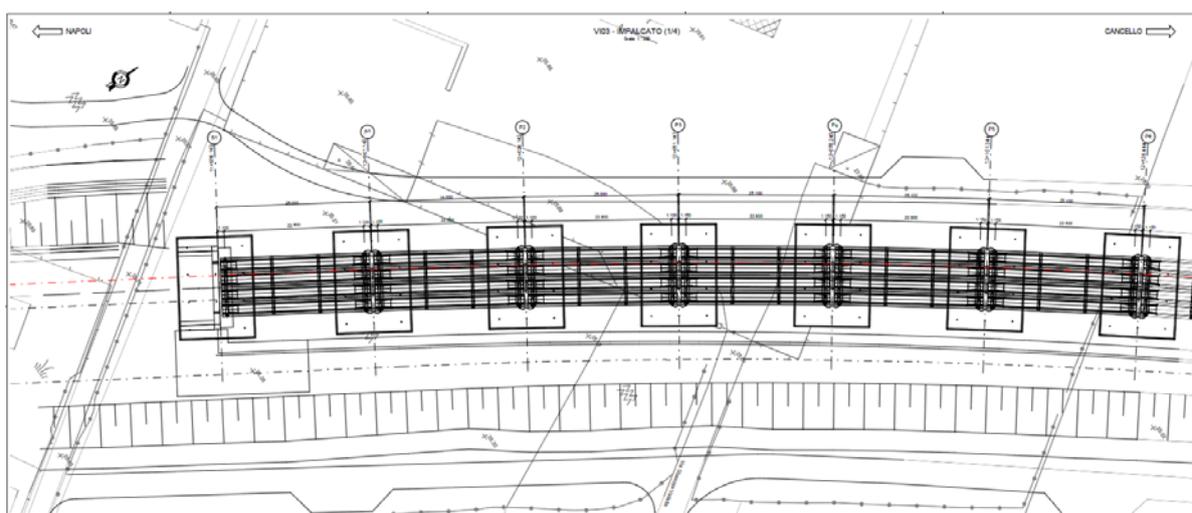


Figura 1: Stralcio planimetrico dell'area di intervento – Ubicazione della spalla S1 viadotto VI03

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 9 di 106
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo								

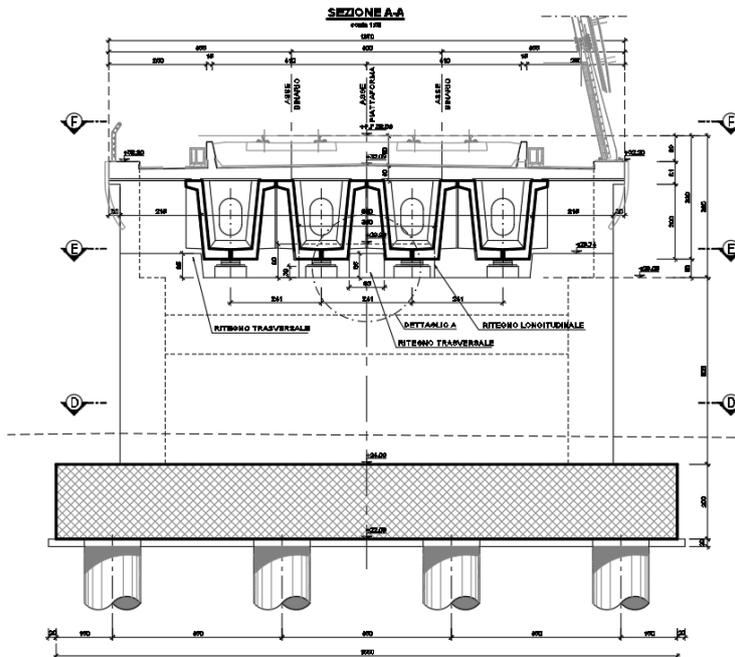


Figura 4: Sezione Trasversale

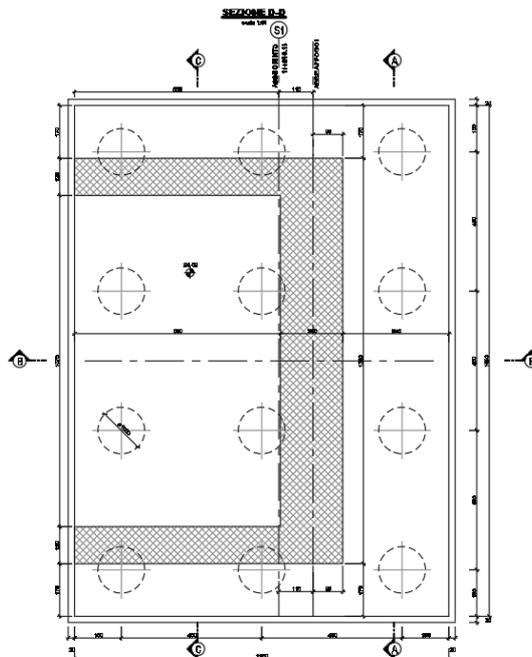


Figura 5: Pianta

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.			
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 10 di 106

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. PAGINA A 11 di 106

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	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3.10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 12 di 106

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	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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.03.0.4.001	REV. PAGINA A 13 di 106

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 S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 14 di 106

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 S1

strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)
1	Po	4.0	4.0	16	30
2	Po	6.0	10.0	16	33
3	Ts	6.0	16.0	15	35
4	Pb	34.0	50.0	16	37

La falda si rinviene a 4.00m dal piano campagna.

Per il rilevato ferroviario sono state considerate le seguenti caratteristiche:

$\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 38^\circ$	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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A PAGINA 15 di 106

5.2 LQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI

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

5.3 CAPACITA' 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. [m]	Lp [m]	Q _{II} [kN]	Q _{BI} [kN]	W _p [kN]	Q _u [kN]	Q _d [kN]
0.0	-	0	0	0	0	0
0.5	-	0	0	0	0	0
1.0	-	0	0	0	0	0
1.5	-	0	0	0	0	0
2.0	-	0	0	0	0	0
2.5	-	0	0	0	0	0
3.0	0.0	0	0	0	0	0
3.5	0.5	98	901	8	991	492
4.0	1.0	211	901	16	1096	547
4.5	1.5	335	1652	24	1963	979
5.0	2.0	464	1652	32	2084	1043
5.5	2.5	596	1652	40	2208	1110
6.0	3.0	728	1652	48	2333	1176
6.5	3.5	861	1652	56	2457	1243
7.0	4.0	992	1652	64	2581	1309
7.5	4.5	1123	1652	72	2704	1374
8.0	5.0	1253	1652	80	2825	1439
8.5	5.5	1380	1652	87	2945	1502
9.0	6.0	1505	1652	95	3062	1565
9.5	6.5	1628	1652	103	3177	1625
10.0	7.0	1747	1652	111	3288	1684
10.5	7.5	1864	3905	133	5637	2837
11.0	8.0	1979	3905	141	5743	2892
11.5	8.5	2092	3905	150	5847	2946
12.0	9.0	2202	3905	159	5948	2998
12.5	9.5	2309	3905	168	6047	3049
13.0	10.0	2414	3905	177	6143	3098
13.5	10.5	2515	3905	186	6235	3145
14.0	11.0	2613	3905	194	6324	3191
14.5	11.5	2707	3905	203	6410	3234
15.0	12.0	2798	3905	212	6491	3275

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.0.4.001	A	16 di 106

z da p.c.	Lp	QII	QbI	Wp	Qu	Qd
[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
15.5	12.5	2887	3905	221	6571	3315
16.0	13.0	2978	3905	230	6654	3356
16.5	13.5	3071	6111	215	8967	4519
17.0	14.0	3166	6249	223	9192	4632
17.5	14.5	3263	6386	231	9419	4746
18.0	15.0	3363	6524	239	9648	4861
18.5	15.5	3464	6662	247	9880	4978
19.0	16.0	3568	6800	254	10113	5095
19.5	16.5	3673	6938	262	10349	5214
20.0	17.0	3781	7076	270	10586	5335
20.5	17.5	3891	7213	278	10826	5456
21.0	18.0	4002	7351	286	11067	5578
21.5	18.5	4115	7489	294	11309	5701
22.0	19.0	4229	7510	302	11437	5767
22.5	19.5	4345	7510	310	11545	5824
23.0	20.0	4462	7510	318	11654	5882
23.5	20.5	4580	7510	326	11765	5940
24.0	21.0	4700	7510	334	11877	6000
24.5	21.5	4822	7510	342	11990	6060
25.0	22.0	4945	7510	350	12105	6121
25.5	22.5	5069	7510	358	12222	6182
26.0	23.0	5195	7510	366	12339	6245
26.5	23.5	5322	7510	374	12458	6308
27.0	24.0	5450	7510	382	12578	6372
27.5	24.5	5579	7510	390	12700	6437
28.0	25.0	5710	7510	398	12823	6502
28.5	25.5	5842	7510	406	12947	6568
29.0	26.0	5975	7510	414	13072	6635
29.5	26.5	6109	7510	421	13198	6703
30.0	27.0	6245	7510	429	13326	6771
30.5	27.5	6382	7510	437	13455	6840
31.0	28.0	6521	7510	445	13586	6910
31.5	28.5	6662	7510	453	13719	6982
32.0	29.0	6805	7510	461	13854	7054
32.5	29.5	6950	7510	469	13991	7128
33.0	30.0	7096	7510	477	14129	7202
33.5	30.5	7245	7510	485	14270	7278
34.0	31.0	7395	7510	493	14413	7355
34.5	31.5	7548	7510	501	14557	7433
35.0	32.0	7702	7510	509	14703	7512
35.5	32.5	7858	7510	517	14852	7592
36.0	33.0	8016	7510	525	15002	7674
36.5	33.5	8176	7510	533	15154	7756
37.0	34.0	8338	7510	541	15308	7840
37.5	34.5	8502	7510	549	15464	7924
38.0	35.0	8668	7510	557	15621	8010
38.5	35.5	8835	7510	565	15781	8097
39.0	36.0	9005	7510	573	15943	8185
39.5	36.5	9176	7510	581	16106	8274
40.0	37.0	9350	7510	588	16271	8364

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.03.0.4.001 A 17 di 106	

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

z da p.c. [m]	Lp [m]	QII [kN]	QBI [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	0	0	0	0	0
0.5	-	0	0	0	0	0
1.0	-	0	0	0	0	0
1.5	-	0	0	0	0	0
2.0	-	0	0	0	0	0
2.5	-	0	0	0	0	0
3.0	0.0	0	0	0	0	0
3.5	0.5	98	0	-22	120	78
4.0	1.0	211	0	-44	255	165
4.5	1.5	335	0	-57	392	249
5.0	2.0	464	0	-71	534	336
5.5	2.5	596	0	-84	680	424
6.0	3.0	728	0	-97	826	513
6.5	3.5	861	0	-110	971	602
7.0	4.0	992	0	-124	1116	691
7.5	4.5	1123	0	-137	1260	779
8.0	5.0	1253	0	-150	1403	866
8.5	5.5	1380	0	-163	1544	952
9.0	6.0	1505	0	-177	1682	1037
9.5	6.5	1628	0	-190	1818	1120
10.0	7.0	1747	0	-203	1951	1202
10.5	7.5	1864	0	-216	2081	1282
11.0	8.0	1979	0	-230	2209	1361
11.5	8.5	2092	0	-243	2335	1438
12.0	9.0	2202	0	-256	2458	1515
12.5	9.5	2309	0	-269	2579	1589
13.0	10.0	2414	0	-283	2697	1662
13.5	10.5	2515	0	-296	2811	1733
14.0	11.0	2613	0	-309	2922	1802
14.5	11.5	2707	0	-323	3030	1870
15.0	12.0	2798	0	-336	3134	1934
15.5	12.5	2887	0	-349	3236	1999
16.0	13.0	2978	0	-362	3340	2064
16.5	13.5	3071	0	-376	3446	2130
17.0	14.0	3166	0	-389	3555	2198
17.5	14.5	3263	0	-402	3665	2267
18.0	15.0	3363	0	-415	3778	2337
18.5	15.5	3464	0	-429	3892	2408
19.0	16.0	3568	0	-442	4009	2480
19.5	16.5	3673	0	-455	4128	2554
20.0	17.0	3781	0	-468	4249	2629
20.5	17.5	3891	0	-482	4372	2705
21.0	18.0	4002	0	-495	4497	2782
21.5	18.5	4115	0	-508	4623	2859
22.0	19.0	4229	0	-521	4750	2938
22.5	19.5	4345	0	-535	4879	3017
23.0	20.0	4462	0	-548	5010	3097
23.5	20.5	4580	0	-561	5141	3178
24.0	21.0	4700	0	-574	5275	3260
24.5	21.5	4822	0	-588	5410	3343
25.0	22.0	4945	0	-601	5546	3426

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 18 di 106

z da p.c. [m]	Lp [m]	QII [kN]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
25.5	22.5	5069	0	-614	5683	3511
26.0	23.0	5195	0	-627	5822	3596
26.5	23.5	5322	0	-641	5962	3681
27.0	24.0	5450	0	-654	6104	3768
27.5	24.5	5579	0	-667	6246	3855
28.0	25.0	5710	0	-680	6390	3943
28.5	25.5	5842	0	-694	6536	4032
29.0	26.0	5975	0	-707	6682	4121
29.5	26.5	6109	0	-720	6830	4211
30.0	27.0	6245	0	-733	6978	4302
30.5	27.5	6382	0	-747	7129	4394
31.0	28.0	6521	0	-760	7281	4486
31.5	28.5	6662	0	-773	7435	4580
32.0	29.0	6805	0	-786	7591	4675
32.5	29.5	6950	0	-800	7749	4771
33.0	30.0	7096	0	-813	7909	4868
33.5	30.5	7245	0	-826	8071	4966
34.0	31.0	7395	0	-839	8235	5065
34.5	31.5	7548	0	-853	8400	5166
35.0	32.0	7702	0	-866	8568	5267
35.5	32.5	7858	0	-879	8737	5369
36.0	33.0	8016	0	-892	8909	5473
36.5	33.5	8176	0	-906	9082	5578
37.0	34.0	8338	0	-919	9257	5684
37.5	34.5	8502	0	-932	9434	5790
38.0	35.0	8668	0	-945	9613	5898
38.5	35.5	8835	0	-959	9794	6007
39.0	36.0	9005	0	-972	9977	6118
39.5	36.5	9176	0	-985	10161	6229
40.0	37.0	9350	0	-998	10348	6341

dove:

- Lp = Lunghezza utile del palo;
- QII = Portata laterale limite;
- Qbl = Portata di base limite;
- Wp = Peso efficace del palo;
- Qu = Portata totale limite;
- Qd,c = $QII/FS,I + Qbl/FS,b - Wp$ = Portata di progetto in compressione;
- Qd,t = $QII/FS,I + Wp$ = 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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. PAGINA A 19 di 106

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.03.1.7.001.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 .

Il totale dei carichi permanenti strutturali trasmesso al piano di appoggi del muro frontale dall'impalcato è pari a 3174 kN .

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 $18,0 \text{ kN/m}^3$, 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 $0,80 \text{ m}$.

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.

Il totale dei carichi permanenti non strutturali trasmesso al piano di appoggi del muro frontale dall'impalcato è pari a 2657 kN .

6.3 CARICHI ACCIDENTALI Q_1

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

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":

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.03.0.4.001	REV. PAGINA A 20 di 106

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

Tabella 3 – Coefficiente di adattamento α

MODELLO DI CARICO LM71

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

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

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

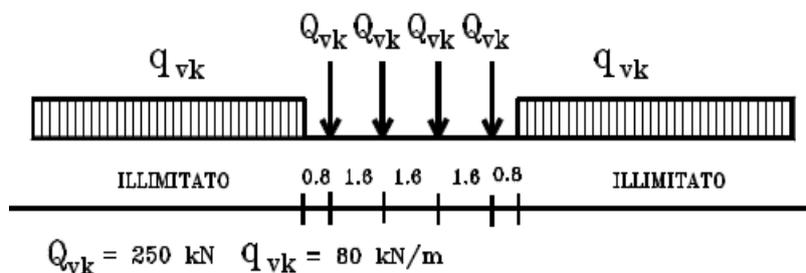


Figura 6: Treno di carico LM71

MODELLO DI CARICO SW/2

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

$$\alpha = 1.0 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$

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

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.		
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. PAGINA A 21 di 106

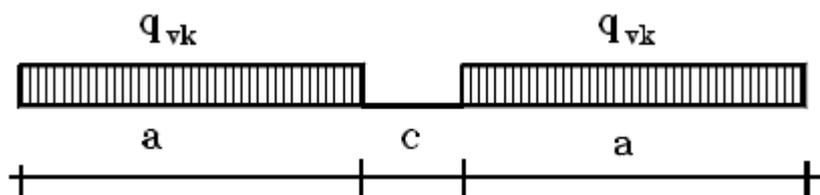


Figura 7: Treno di carico SW/2

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:

- 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.

6.3.1 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.

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

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
				IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.0.4.001	A	22 di 106

6.3.2 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.

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

6.4 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.

6.5 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".

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.03.0.4.001	REV. A PAGINA 23 di 106

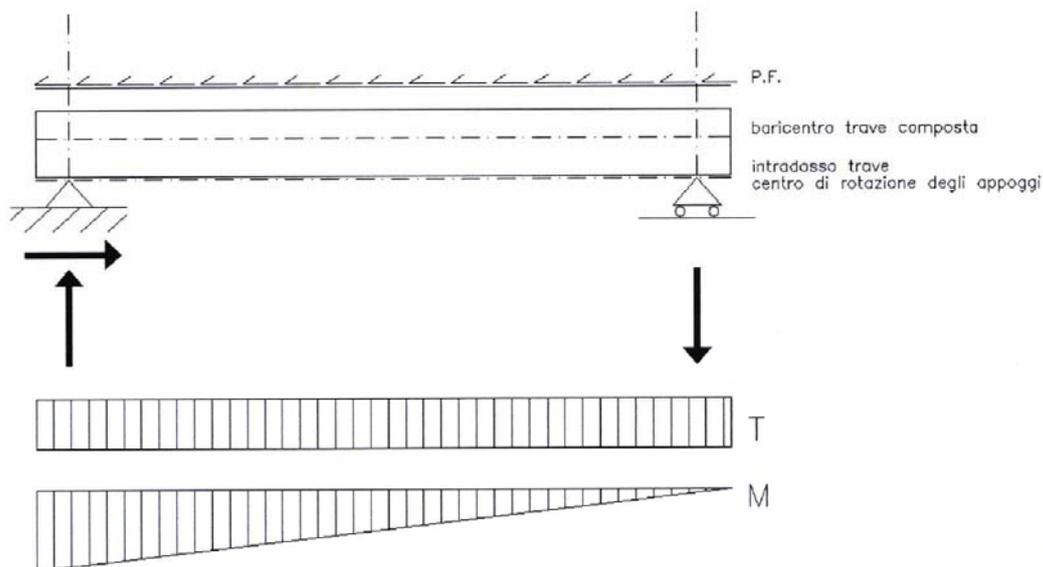


Figura 8: Sollecitazioni indotte da frenatura e avviamento dei treni

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento a , 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.

6.6 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

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 24 di 106

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.

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.

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		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. PAGINA A 25 di 106

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 x 1 x SW/2	Φ x 1 x SW/2
	< 100	V	1	1	1 x 1 x SW/2	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	1 x f x (LM71" + "SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71" + "SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71" + "SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71" + "SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (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.

6.7 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 .

6.8 AZIONE DEL VENTO Q_6

Si assume una pressione di progetto pari a 2,5kN/m². 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.

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 26 di 106

6.9 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.

6.10 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".

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

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

6.11 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:

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

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

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

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

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.03.0.4.001	REV. PAGINA A 27 di 106

In cui:

$$S = S_S \cdot S_T;$$

S_S : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

S_T : coefficiente di amplificazione topografica;

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

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

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

a_g : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

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:

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

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 28 di 106

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

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

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

nelle quali:

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

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

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

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.

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.03.0.4.001	A	29 di 106

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

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

Classi D'uso

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

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**.

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 30 di 106

Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

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

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

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

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

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

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.

Stati Limite		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)

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.03.0.4.001	REV. PAGINA A 31 di 106

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

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

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

Latitudine: 40.934039°

Longitudine: 14.355459°

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

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

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

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

- SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)
- SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.0.4.001	A	32 di 106

- 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

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

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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 33 di 106

	Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero N _{spt,30} <15 nei terreni a grana grossa e cu,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 Vs>800 m/s)
Cat. S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100m/s (ovvero 10<Cu,30<20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
Cat. S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

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

Amplificazione stratigrafica

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

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

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 IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 34 di 106

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 ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 35 di 106

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

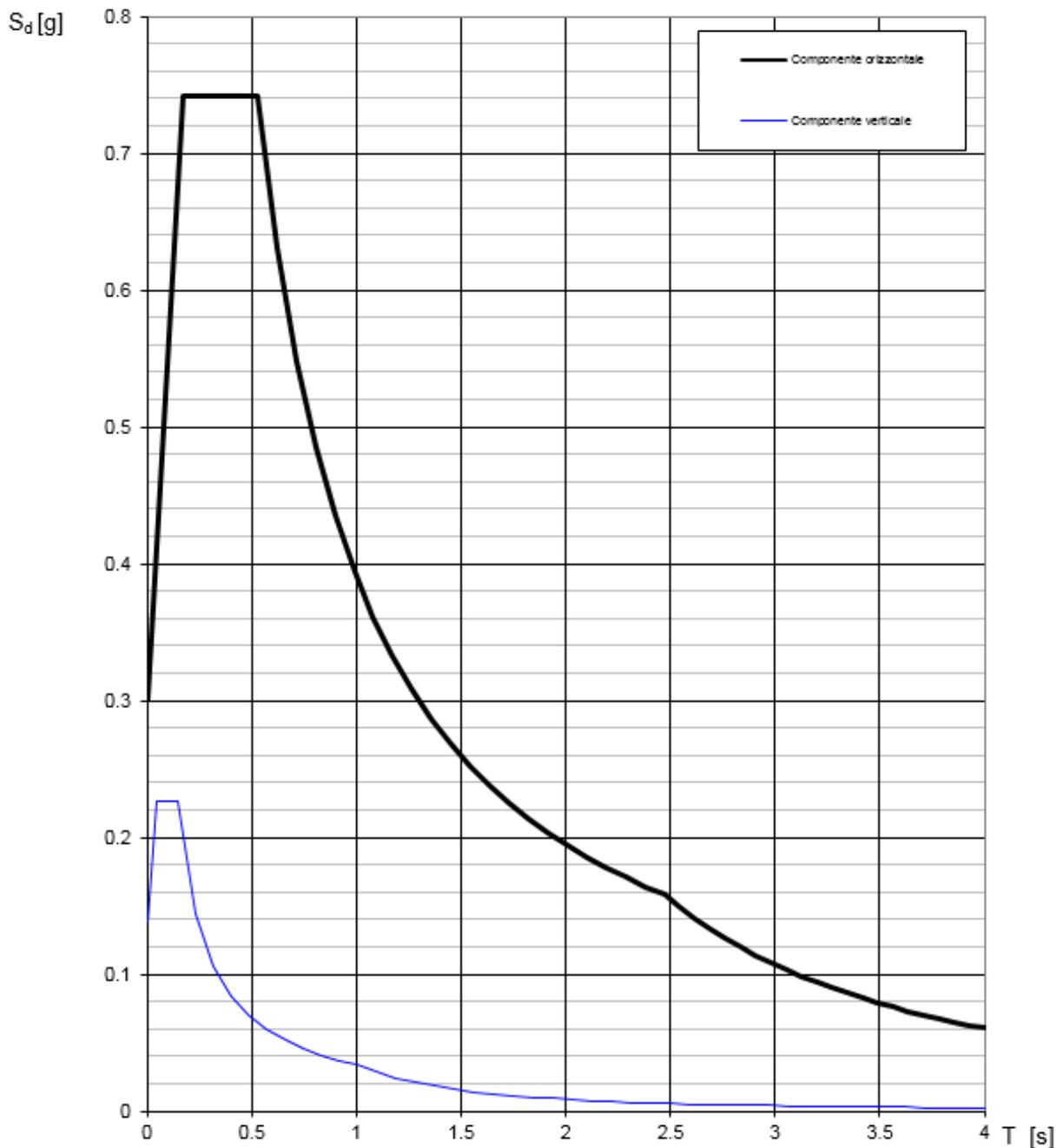


Figura 9: Spettri di risposta ($q=1.0$)_SLV (Componente orizzontale e verticale)

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.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 36 di 106

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 S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 37 di 106

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

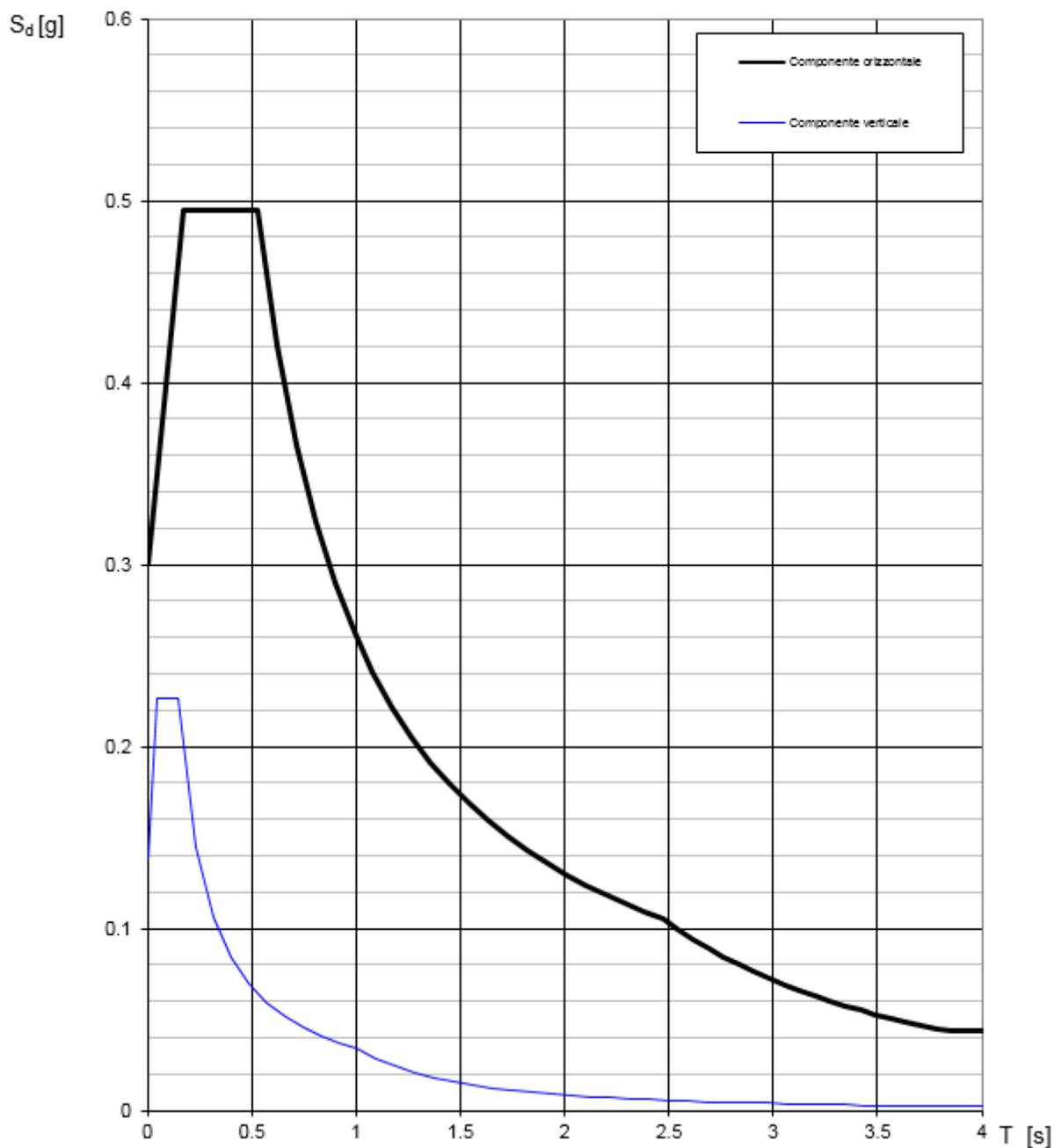


Figura 10: Spettri di risposta ($q=1,5$)_SLV (Componente orizzontale e verticale)

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 S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001
	REV. A	PAGINA 38 di 106

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 $1/q$, 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	0.495
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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 39 di 106					

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 sismiche si utilizza il metodo dell'analisi spettrale.

6.12 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.

Tabella 6 – Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato in condizioni sismiche

CASI DI CARICO		APP. 5 (MULTIDIR.)			APP. 6 (UNIDIR.)			APP. 7 (MULTIDIR.)			APP. 8 (MULTIDIR.)		
Sigla	Descrizione	N	Ht	Hi	N	Ht	Hi	N	Ht	Hi	N	Ht	Hi
-	-	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
SismaX	Azione sismica SLV in direzione longitudinale all'impalcato	0.0	0.0	0.0	523.0	0.0	0.0	523.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SismaY	Azione sismica SLV in direzione trasversale all'impalcato	-1540.0	0.0	0.0	0.0	3230.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1540.0	0.0	0.0
SismaZ	Azione sismica SLV in direzione verticale	-217.0	0.0	0.0	-219.0	0.0	0.0	-219.0	0.0	0.0	-217.0	0.0	0.0

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 S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL VI.03.0.4.001 A 40 di 106	

CASI DI CARICO		APPOGGIO 5			APPOGGIO 6			APPOGGIO 7			APPOGGIO 8		
Sigla	Tipologia	N	Ht	HI	N	Ht	HI	N	Ht	HI	N	Ht	HI
-	-	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1	Carichi permanenti strutturali	794.5	0.0	0.0	792.4	0.0	0.0	792.4	0.0	0.0	794.5	0.0	0.0
G2 (G2,1+G2,2+G2,3+G2,4)	Carichi permanenti non strutturali	688.3	0.0	0.0	640.0	0.0	0.0	640.0	0.0	0.0	688.3	0.0	0.0
Q3,a B1-SW2	Aviamento treno	40.8	0.0	0.0	32.5	-86.2	0.0	27.1	0.0	0.0	31.3	0.0	0.0
Q3,a B1-LM71	Aviamento treno	44.8	0.0	0.0	35.8	-94.8	0.0	29.8	0.0	0.0	34.5	0.0	0.0
Q3,a B2-LM71	Aviamento treno	-27.6	0.0	0.0	-36.7	-94.8	0.0	-42.6	0.0	0.0	-38.0	0.0	0.0
Q3,f B1-SW2	Frenatura treno	-43.2	0.0	0.0	-34.5	91.4	0.0	-28.7	0.0	0.0	-33.2	0.0	0.0
Q3,f B1-LM71	Frenatura treno	-27.2	0.0	0.0	-21.7	57.5	0.0	-18.1	0.0	0.0	-20.9	0.0	0.0
Q3,f B2-LM71	Frenatura treno	16.7	0.0	0.0	22.2	57.5	0.0	25.8	0.0	0.0	23.0	0.0	0.0
Q4 B1-SW2	Azione centrifuga	-127.7	0.0	0.0	-40.2	184.3	0.0	46.9	0.0	0.0	121.0	0.0	0.0
Q4 B1-LM71	Azione centrifuga	-141.7	0.0	0.0	-43.8	203.5	0.0	52.5	0.0	0.0	133.0	0.0	0.0
Q4 B2-LM71	Azione centrifuga	-147.8	0.0	0.0	-37.8	203.6	0.0	58.5	0.0	0.0	127.1	0.0	0.0
Q5 B1-SW2	Serpeggio	-21.0	0.0	0.0	-5.3	49.8	0.0	8.9	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0
Q5 B1-LM71	Serpeggio	-23.1	0.0	0.0	-5.8	54.7	0.0	9.7	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0
Q5 B2-LM71	Serpeggio	-23.1	0.0	0.0	-5.8	54.7	0.0	9.8	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0
Q6	Vento	-223.7	0.0	0.0	-60.4	400.3	0.0	87.5	0.0	0.0	196.7	0.0	0.0
LM71_B1	Traffico ferroviario	-11.4	0.0	0.0	292.6	0.0	0.0	574.5	0.0	0.0	810.8	0.0	0.0
LM71_B2	Traffico ferroviario	815.6	0.0	0.0	568.7	0.0	0.0	290.5	0.0	0.0	-11.4	0.0	0.0
SW2_B1	Traffico ferroviario	-9.0	0.0	0.0	322.3	0.0	0.0	639.9	0.0	0.0	923.0	0.0	0.0
A_Gk	Resistenze parassite	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	8.9
A_Qk	Resistenze parassite	0.0	0.0	29.5	0.0	0.0	32.1	0.0	0.0	33.6	0.0	0.0	33.4

Tabella 7: Scarichi espletati dagli appoggi per le singole condizioni di carico – Lato mobile

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.03.0.4.001	A	41 di 106

6.13 SPINTA STATICA DELLA TERRA

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S = \frac{1}{2} \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

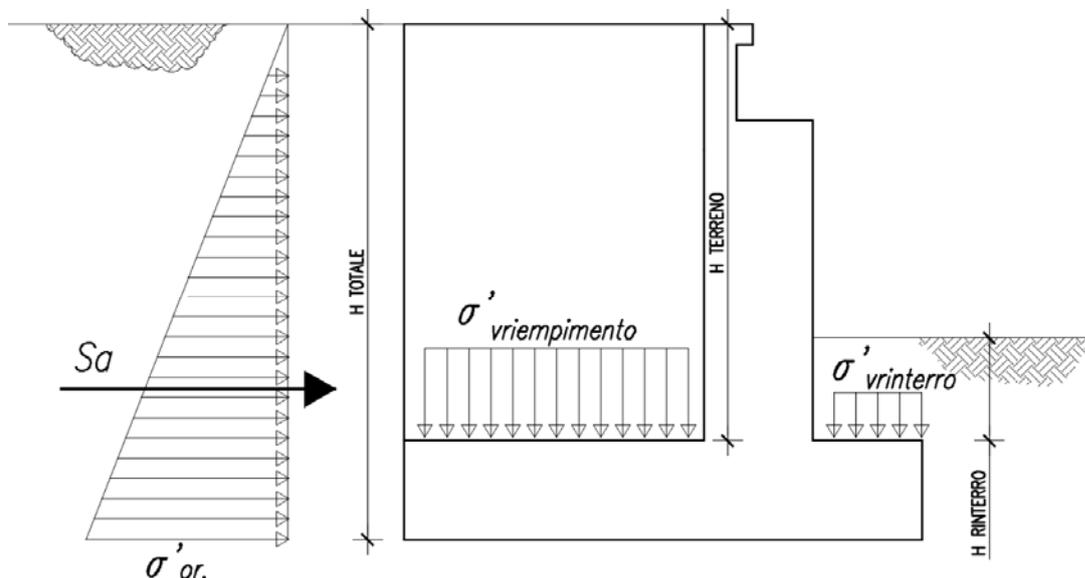


Figura 11: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. Si considera quindi il coefficiente di spinta a riposo.

Angolo di attrito terreno	Φ'	38	°
Coesione del terreno	c'	0	kPa
Peso per unità di volume del terreno	γ	20	kN/m ³
Coeff. di spinta in quiete $k_0=(1-\text{sen}\Phi')$	k_0	0.384	
Altezza terreno da estradosso plinto	H_{terreno}	8.03	m
Spessore plinto di fondazione	h_{plinto}	2.00	m
Altezza totale di spinta	H_{tot}	10.03	m
Spessore ricoprimento zattera di valle	H_{rinterro}	1.00	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 S1 - Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.0.4.001	REV. A PAGINA 42 di 106

Pressione orizzontale efficace

σ'_{or} **76.87** **kPa**

Pressione verticale efficace zattera di monte

$\sigma'_{v_riemp.}$ **160.00** **kPa**

Pressione verticale efficace zattera di valle

$\sigma'_{v_riemp.}$ **20.00** **kPa**

Spinta del terreno in cond. Statiche

S_{0M1} **384.34** **kN/m**

Oltre alla spinta orizzontale del terreno agiscono sulla fondazione una pressione uniformemente distribuita per effetto del terreno tra i muri andatori e per effetto del rinterro sulla zattera di valle.

Tale pressione è pari a $s'v = \gamma \cdot H$

6.14 SPINTA SOVRACCARICO ACCIDENTALE E PERMANENTE

Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale a tergo della spalla uniformemente distribuito e di intensità pari **q=40 kPa**.

Come riportato nel Capitolato il carico verticale a livello del piano di regolamento (posto a circa 0,70 m al di sotto del piano del ferro) su rilevato a tergo della spalla può essere assunto uniformemente distribuito su una larghezza di 3,0 m. Per questo tipo di carico distribuito non deve applicarsi l'incremento dinamico.

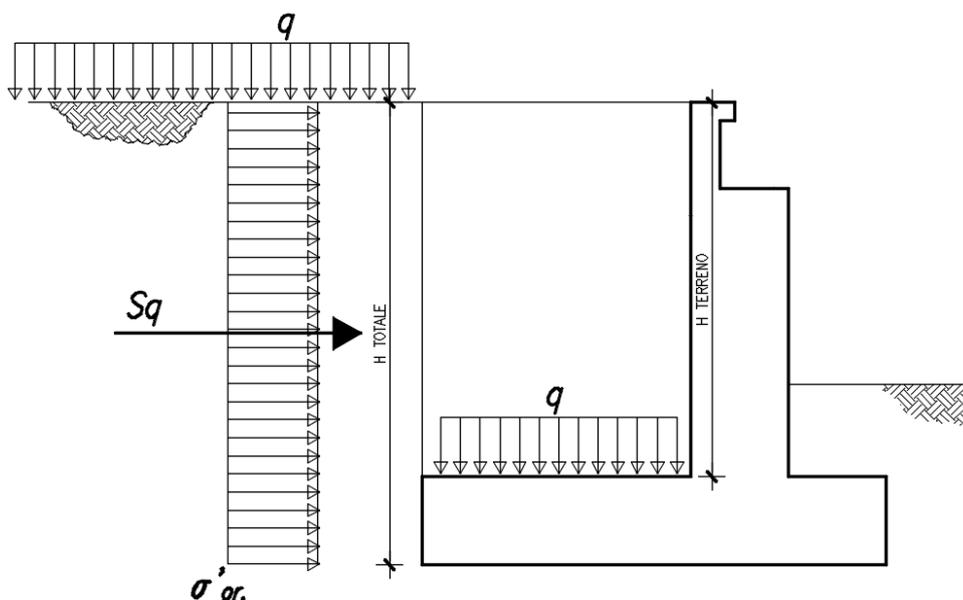


Figura 12: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale e permanente

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari ad:

$$S = k_0 \cdot q \cdot H$$

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.03.0.4.001	REV. PAGINA A 43 di 106

Per il sovraccarico permanente (ballast) si considera un carico uniformemente distribuito in funzione del peso specifico e dello spessore dell'armamento ferroviario.

Per il caso in esame si ottengono le seguenti sollecitazioni agenti:

Sovraccarico accidentale uniformemente distribuito	q	40	kPa
Spessore ballast	s	0.8	m
Peso specifico massicciata	γ	18	kN/m ³
Sovraccarico ballast	q	14.40	kPa

Pressione orizzontale per effetto degli accidentali	$\sigma'_{q,M1}$	15.37	kPa
Spinta per effetto degli accidentali (al metro)	S_{0qM1}	154.20	kN/m

Pressione orizzontale per effetto del ballast	$\sigma'_{B,M1}$	5.53	kPa
Spinta per effetto del ballast (al metro)	S_{0BM1}	55.51	kN/m

6.15 SPINTA SISMICA

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovrappinta sismica è stata calcolata con la teoria di Wood ed applicata ad una quota pari ad H/2.

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

dove:

$$k_h = \beta_m a_g \cdot S$$

a_g è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito, calcolata per il 10% di probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R assegnato;

S è il coefficiente di sottosuolo pari al prodotto del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s e del coefficiente di amplificazione topografica ST (§ 3.2.3 delle NTC).

β_m è pari ad 1 non essendo la spalla libera di traslare rispetto al terreno.

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.03.0.4.001	A	44 di 106

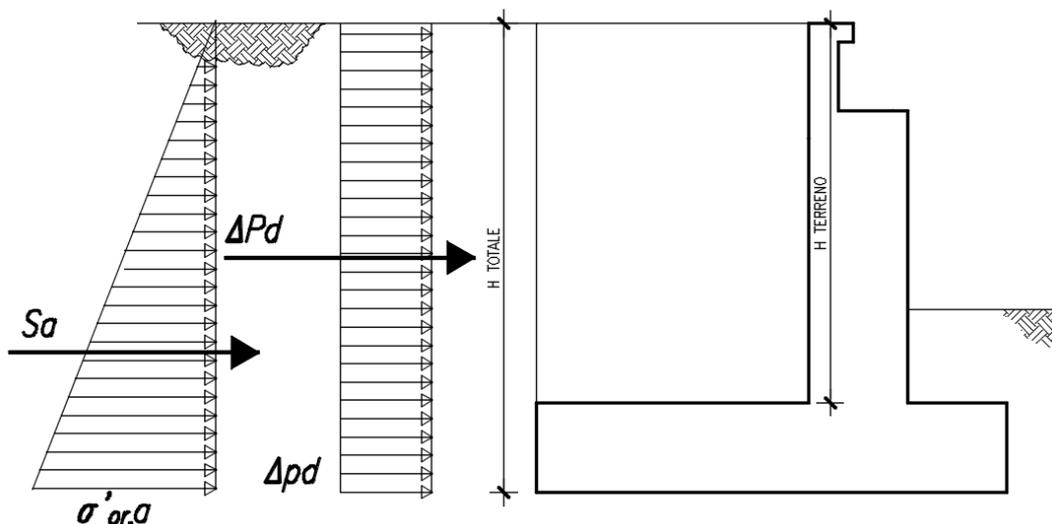


Figura 13: Schema per il calcolo degli effetti in condizioni sismiche

L'incremento sismico è stato considerato concomitante con la spinta statica calcolata con i coefficienti di spinta a riposo.

Accelerazione sismica SLV	a_g	0.218	g
Coeff. Per effetto amplificazione stratigrafica	S_s	1.38	
Coeff. Per effetto amplificazione topografica	S_T	1.00	
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_m	1.00	
Coefficiente k_h sismico spinta orizzontale: $\beta_m \cdot S_s \cdot S_T \cdot A_g/g$	k_h	0.30	
Pressione sismica orizzontale (forza)	Δp_d	60.35	kPa
Sovraspinta sismica orizzontale (forza al metro)	ΔP_d	605.30	kN/m

6.16 FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA

In condizioni sismiche si devono considerare le azioni orizzontali agenti sulla spalla dovute all'inerzia del rinterro tra i muri andatori. Tale risultante è pari ad:

$$F_h = k_h \cdot W$$

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.03.0.4.001	REV. PAGINA A 45 di 106

Dove k_h è stato definito in precedenza. Le azioni inerziali sono state applicate nel modello di calcolo pressione uniformemente distribuita agente sul muro frontale e su uno dei muri andatori.

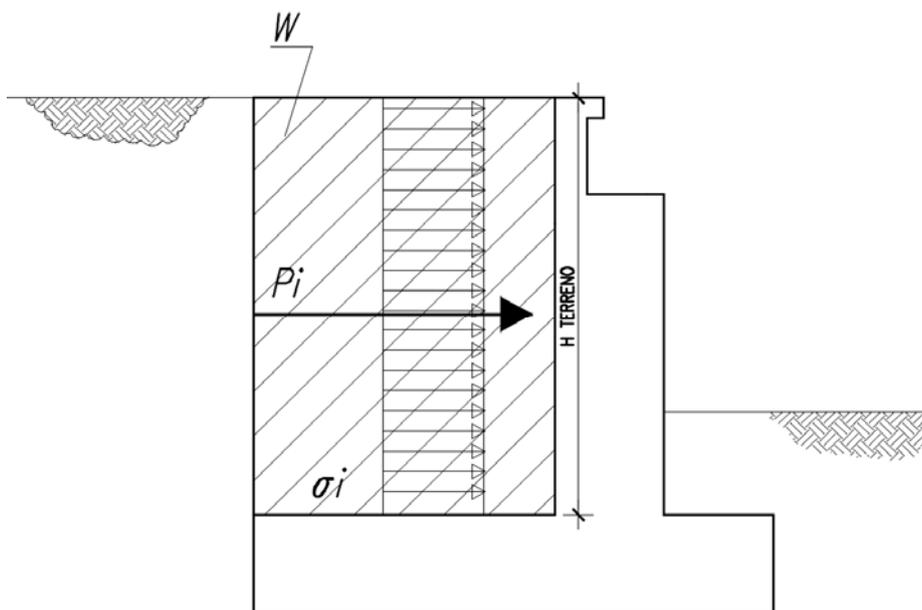


Figura 14: Schema per il calcolo degli effetti inerziali

Nel caso in esame si ottiene quindi:

Coefficiente k_h sismico spinta orizzontale: $\beta_m \cdot SS \cdot ST \cdot Ag/g$	k_h	0.30	
Altezza terreno da estradosso plinto	H_{terreno}	8.03	m
Lunghezza muri andatori	LMURI	6.60	m
Volume di terreno intercluso al metro	V	53.00	m ² /m
Pressione inerziale del terreno	s_i	39.71	kPa
Forza inerziale terreno	F_i	318.88	kN/m

6.17 VARIAZIONI TERMICHE ϵ_3

Si considera una variazione termica uniforme pari a $\pm 15^\circ\text{C}$, 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.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 46 di 106

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					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: 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.03.0.4.001	REV. A	PAGINA 47 di 106

		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 15: 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 16: 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. 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.03.0.4.001	A	48 di 106

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⁾	⁽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 17: 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 18: 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 seguente le combinazioni di carico che sono risultate più gravose al fine del dimensionamento strutturale.

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.03.0.4.001 A 49 di 106	

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 8: 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 50 di 106

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 9 – 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. A	PAGINA 51 di 106

- **(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.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 52 di 106

8 CRITERI DI MODELLAZIONE

Il calcolo della struttura è stato svolto utilizzando il programma di calcolo Straus7, schematizzando l'intera struttura con un modello tridimensionale.

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 Straus7.

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

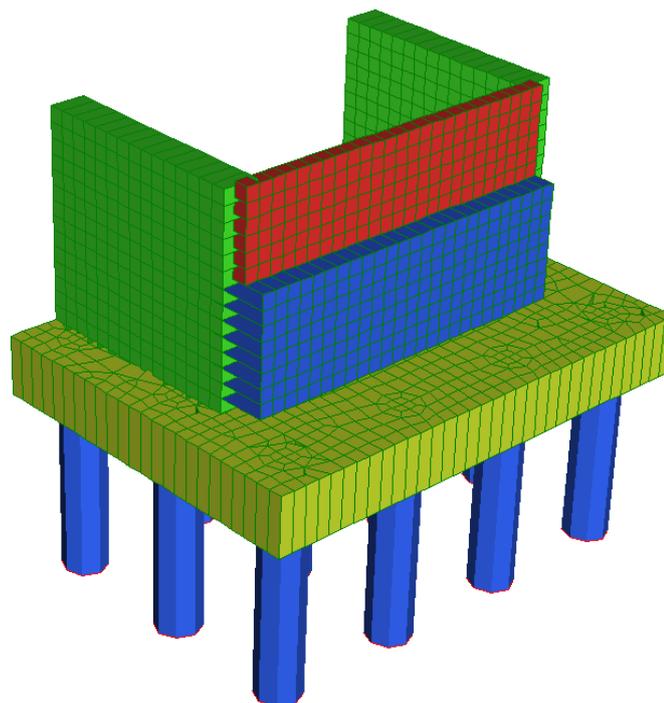


Figura 19: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti

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 53 di 106
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						

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 10: Sollecitazioni elementi in elevazione

Muro frontale Attacco platea di fondazione		Comb	N	M _{vert}	M _{or}	T _{long}
Sp=2.00m		[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	SLU-Gr.3-MaxML (P)	1238	1415	450	486
	SLV	SLV-EL+0.3ET	699	2334	1112	918
SLE	RARA	SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	870	1010	312	-
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	882	931	300	-
	QPERM	SLE-QP	625	855	290	-

Muro Paraghiaia Attacco muro frontale		Comb	N	M _{vert}	M _{or} ⁽¹⁾	T _x
Sp=0.50m		[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	SLU-Gr.3-MaxML (P)	239	250	228	130
	SLV	SLV-EL+0.3ET	196	429	564	343
SLE	RARA	SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	166	170	157	-
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	93	155	156	-
	QPERM	SLE-QP	69	99	154	-

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 54 di 106

Muri laterali Attacco platea di fondazione		Comb	N	M _{vert}	M _{or}	T _x
Sp=1.20m		[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]
SLV	SLU	SLU-Gr.3-MaxML (P)	290	1119	234	414
	SLV	SLV-0.3EL+ET	212	2626	527	816
SLE	RARA	SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	220	785	162	-
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	200	784	161	-
	QPERM	SLE-QP	180	781	159	-

Tabella 11: Sollecitazioni elementi di fondazione

Solettone di fondazione		Comb	N	M _{long}	M _{trasv}	T _x	ARMATURA		
Sp=2.00m		[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Armatura taglio
SLV	SLU	SLU-Gr.3-MaxML (P)	0	2463	1000	1345	Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø16/40x40
	SLV	SLV-0.3EL+ET	0	2544	950	1436	1Ø26/12.5	1Ø24/12.5	
SLE	RARA	SLE-C-Gr.1(P)	0	1750	720	-	Arm.	Arm.	
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	-	1560	660	-	Compressa	Compressa	
	QPERM	SLE-QP	-	1370	580	-	1Ø20/12.5	1Ø20/12.5	

Pali di fondazione		Comb	N _{min}	N _{max}	M	T	ARMATURA		
		[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	Armatura 1	Armatura 2	Armatura taglio
SLV	SLU	SLU-Gr.1(P)	5277	4155	3480	1160	60+60Ø26	30Ø20	1Ø14/15
	SLV	SLV-0.3EL+ET	5360	1128	6645	2215			
SLE	RARA	SLE-C-Gr.1(P)	3843	3061	2490	830			
	FREQ	SLE-F-Gr.3-1SW/2	3591	3069	2409	803			
	QPERM	SLE-QP	3427	3091	2364	788			

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 55 di 106

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 12: 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 56 di 106

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 57 di 106

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$ 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 58 di 106

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 59 di 106	

- 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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	60 di 106

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)

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

Vy: Taglio in direzione parallela all'asse del viadotto

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

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

11.1 VERIFICA DEL MURO FRONTALE

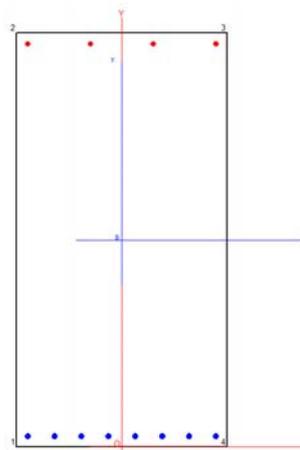
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

Armatura verticale	Armatura orizzontale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	1Ø14/40x40
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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 61 di 106

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	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.7	5.3	26
2	-44.7	194.8	24
3	44.7	194.8	24
4	44.7	5.3	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

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	62 di 106				

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	1238.00	1415.00	0.00	0.00	0.00
2	699.00	2334.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	2334.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (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	870.00	1010.00 (3361.50)	0.00 (0.00)
2	0.00	1010.00 (2356.64)	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: 10.2 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	1238.00	4039.36	-27.94	1238.01	4305.87	0.00	3.003	-----
2	S	699.00	3610.83	-15.78	699.27	3822.32	0.00	1.633	-----
3	S	0.00	3034.89	0.00	0.00	3171.33	0.00	1.359	42.5(35.8)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 106				

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
5.3	1	0.00350	-0.01734	-50.0	200.0	0.00224	-44.7	194.8	-0.04384	-44.7
5.3	2	0.00350	-0.02356	-50.0	200.0	0.00186	-44.7	194.8	-0.05796	-44.7
5.3	3	0.00305	-0.02801	-50.0	200.0	0.00117	-44.7	194.8	-0.06750	-44.7

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	0.000243165	-0.045132961	----	----					
	2	0.000000000	0.000315674	-0.059634838	----	----					
	3	0.000000000	0.000362366	-0.069420537	0.043	0.700					

COMBINAZIONI RARE 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 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	2.49	-50.0	200.0	-51.2	31.9	5.3	2316	42.5	12.8	1.00
	2	S	2.39	-50.0	200.0	-130.9	31.9	5.3	2316	42.5	12.8	1.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

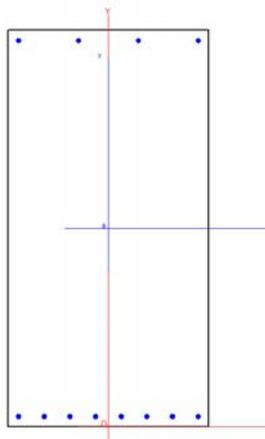
La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a

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	64 di 106

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	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$												
-	e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Il valore limite = $0.4 * Ss / Es$ è tra parentesi												
-	srm	Distanza media tra le fessure [mm]												
-	wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$. 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	0.125	26	40	-10.0770.00010	(0.00010)	176	0.031	(0.20)	3361.50	0.00
-	2	S	-1.3	0	0.125	26	40	-4.4440.00026	(0.00026)	176	0.079	(0.20)	2356.64	0.00

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	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

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	65 di 106

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	24
2	2	3	2	24

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	450.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1112.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	312.00 (2321.24)	0.00 (0.00)

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 66 di 106	

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 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	2600.33	0.00	0.00	2708.60	0.00	6.019	36.2(34.9)
2	S	0.00	2600.33	0.00	0.00	2708.60	0.00	2.436	36.2(34.9)

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
1	0.00277	-0.02815	-50.0	200.0	0.00089	-44.8	194.8	-0.06750	-44.8
5.2									
2	0.00277	-0.02815	-50.0	200.0	0.00089	-44.8	194.8	-0.06750	-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	0.000360706-0.069375670	0.039	0.700	
2	0.000000000	0.000360706-0.069375670	0.039	0.700	

COMBINAZIONI RARE 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]

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 106

- 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	0.78	-50.0	200.0	-47.2	19.2	5.2	2163	36.2	12.8	1.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

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; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ 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	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 * (M_{fess}/M)^2$
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . 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	-0.4	0	0.125	24	40	-54.3520.00009	(0.00009)	177	0.028	(0.20)	2321.24	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 68 di 106	

11.1.3 Verifica a taglio

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	200	cm		
c	=	5.3	cm		
d	=	$h-c$	=	194.7	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					
\varnothing_{st}	=	14			
braccia	=	2.5			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A_{sw} / s)	=	9.621	cm^2 / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
TAGLIO AGENTE		$V_{Ed} =$	918	(KN)	
SFORZO NORMALE		$N_{ed} =$	0	(KN)	
		$\alpha_c =$	1.0000		

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

Calcolo di $\cot \theta$

$$\cot(\theta) = 4.90$$

$$\theta = 11.54^\circ$$

IPOTESI 2 $\cot \vartheta > 2,5$ Si assume $\vartheta = 21,8^\circ$

Armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 1649.26 \text{ (KN)}$$

$$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 5683.90 \text{ (KN)}$$

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

$$V_{Rd} = 1649 \text{ (KN)}$$

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

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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PROGETTO</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1M</td> <td style="text-align: center;">0.0.E.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI.03.04.001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">69 di 106</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	69 di 106
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	69 di 106									

11.2 VERIFICA DEL MURO PARAGHIAIA

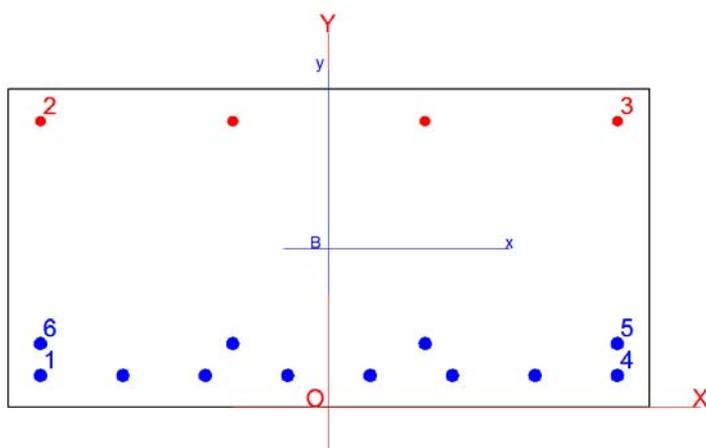
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

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	

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				
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 70 di 106

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	50.0
3	50.0	50.0
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	45.0	16
3	45.0	45.0	16
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

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	71 di 106

-	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				
-	Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

-	N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
-	1	239.00	250.00	0.00	0.00	0.00
-	2	196.00	429.00	0.00	0.00	0.00
-	3	0.00	429.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (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	166.00	170.00 (181.39)	0.00 (0.00)
-	2	0.00	170.00 (167.08)	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

-	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

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	72 di 106

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	239.00	572.78	-4.43	239.14	628.41	0.00	2.487	-----
2	S	196.00	565.16	-3.63	195.97	620.82	0.00	1.443	-----
3	S	0.00	529.63	0.00	0.00	585.18	0.00	1.364	37.7(9.0)

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	-0.00439	50.0	50.0	0.00166	45.0	45.0	-0.01308	-45.0
2	0.00350	-0.00458	50.0	50.0	0.00161	45.0	45.0	-0.01348	-45.0
3	0.00350	-0.00560	-50.0	50.0	0.00138	-45.0	45.0	-0.01561	-45.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000368353	-0.014917650	----	----
2	0.000000000	0.000377280	-0.015363983	----	----
3	0.000000000	0.000424674	-0.017733690	0.183	0.700

COMBINAZIONI RARE 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	5.16	-50.0	50.0	-105.5	-32.1	5.0	1550	37.7	12.9	1.00

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.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 73 di 106					

- 2 S 4.89 -50.0 50.0 -125.8 -45.0 5.0 1650 37.7 5.0 1.00

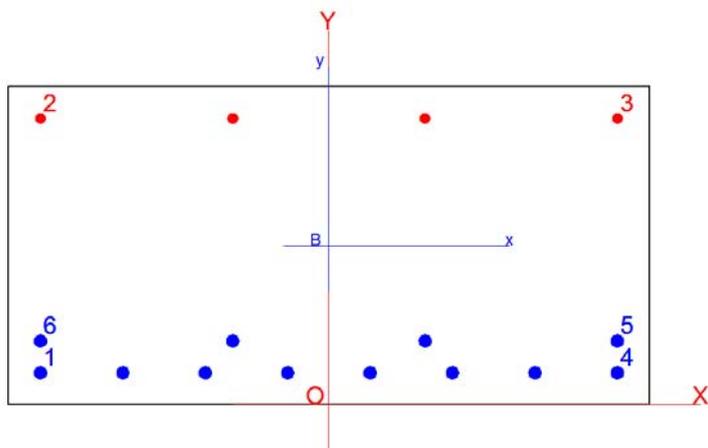
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

- 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; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ 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	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . 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	-2.9	0	0.125	20	40	-0.1380.00021	(0.00021)	147	0.053	(0.20)	181.39	0.00
2	S	-3.2	0	0.125	20	40	0.0340.00025	(0.00025)	134	0.057	(0.20)	167.08	0.00

11.2.2 Verifica dell'armatura orizzontale



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	74 di 106

-	N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
-	1	-50.0	0.0
-	2	-50.0	50.0
-	3	50.0	50.0
-	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	45.0	16
-	3	45.0	45.0	16
-	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
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

-	N°Comb.	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. RARE (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)

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 75 di 106

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	157.00 (167.08)	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

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 [cm ²] 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	529.63	0.00	0.00	585.18	0.00	2.567	37.7(8.1)
2	S	0.00	529.63	0.00	0.00	585.18	0.00	1.038	37.7(8.1)

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
1	0.00350	-0.00560	-50.0	50.0	0.00138	-45.0	45.0	-0.01561	-45.0
2	0.00350	-0.00560	-50.0	50.0	0.00138	-45.0	45.0	-0.01561	-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

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	76 di 106

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000424674	-0.017733690	0.183	0.700
2	0.000000000	0.000424674	-0.017733690	0.183	0.700

COMBINAZIONI RARE 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	4.52	-50.0	50.0	-116.2	-32.1	5.0	1650	37.7	12.9	1.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-2.9	0	0.125	20	40	-0.1320.00023	(0.00023)	149	0.059	(0.20)	167.08	0.00

11.2.3 Verifica a taglio

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 77 di 106	

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	50	cm		
c	=	5	cm		
d	=	h-c	=	45	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					
∅ _{st}	=	14			
braccia	=	2.5			
∅ _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A _{sw} / s)	=	9.621	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
TAGLIO AGENTE		V _{Ed} =	343	(KN)	
SFORZO NORMALE		N _{Ed} =	0	(KN)	
		α _c =	1.0000		

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

Calcolo di cot θ

$$\cot(\theta) = 4.90$$

$$\theta = 11.54^\circ$$

IPOTESI 2 $\cot \vartheta > 2,5$ Si assume $\vartheta = 21,8^\circ$

Armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 381.18 \text{ (KN)} \qquad 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 1313.69 \text{ (KN)} \qquad 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$$

$$V_{Rd} = 381 \text{ (KN)} \qquad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

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 106

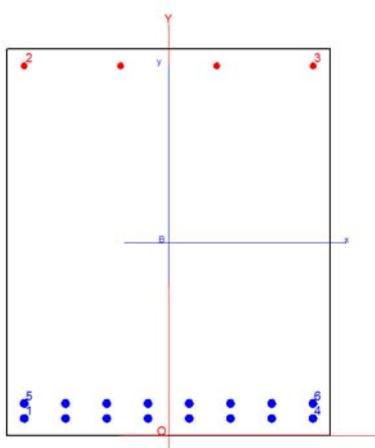
11.3 VERIFICA DEI MURI LATERALI

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ
	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001
	REV. A	PAGINA 79 di 106

-	N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
-	1	-50.0	0.0
-	2	-50.0	120.0
-	3	50.0	120.0
-	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	114.7	20
-	3	44.7	114.7	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	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	290.00	1119.00	0.00	0.00	0.00
-	2	212.00	2626.00	0.00	0.00	0.00
-	3	0.00	2626.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (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

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	81 di 106				

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	0.000170722	-0.016986685	----	----	
2	0.000000000	0.000175078	-0.017509418	----	----	
3	0.000000000	0.000188183	-0.019081939	0.162	0.700	

COMBINAZIONI RARE 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 $\beta_1 \cdot \beta_2$										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.76	-50.0	120.0	-85.3	-44.7	5.3	2350	84.9	4.7	1.00
2	S	3.57	-50.0	120.0	-96.1	6.4	5.3	2350	84.9	4.7	1.00

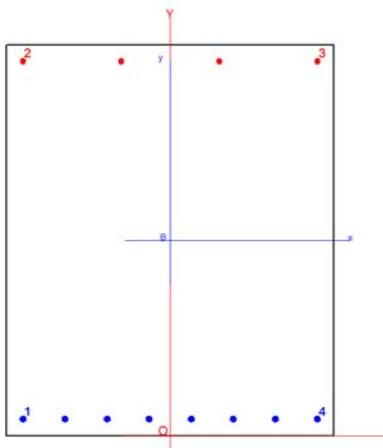
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

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; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ 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	$= 1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$												
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s / E_s$ è tra parentesi												
srm	Distanza media tra le fessure [mm]												
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. 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	-2.3	0	0.125	26	40	-0.8670.00017	(0.00017)	125	0.036	(0.20)	1072.74	0.00
2	S	-2.4	0	0.125	26	40	-0.6630.00019	(0.00019)	125	0.041	(0.20)	1012.40	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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 82 di 106

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	120.0
3	50.0	120.0
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	115.0	16
3	45.0	115.0	16
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

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	83 di 106				

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	234.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00	527.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (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	162.00 (836.69)	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 [cm ²] 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	1057.33	0.00	0.00	1104.62	0.00	4.721	25.1(20.6)
	2	S	0.00	1057.33	0.00	0.00	1104.62	0.00	2.096	25.1(20.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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	84 di 106			

-	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	-0.02704	-50.0	120.0	0.00053	-45.0	115.0	-0.06479	-45.0	
-	5.0										
-	2	0.00350	-0.02704	-50.0	120.0	0.00053	-45.0	115.0	-0.06479	-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	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	0.000593839-0.067760721	0.051	0.700						
-	2	0.000000000	0.000593839-0.067760721	0.051	0.700						

COMBINAZIONI RARE 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	1.12	-50.0	120.0	-60.3	-32.1	5.0	1853	25.1	12.9	1.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

-		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										

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	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">PROGETTO</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 20%;">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>86 di 106</td> </tr> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	86 di 106								

IPOTESI 2	$\cot \vartheta > 2,5$	Si assume	$\vartheta = 21,8^\circ$
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	1948.28 (KN)		$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{sw} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
$V_{Rcd} =$	3357.21 (KN)		$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$
$V_{Rd} =$	1948 (KN)		min(V_{Rsd}, V_{Rcd})

11.4 VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE

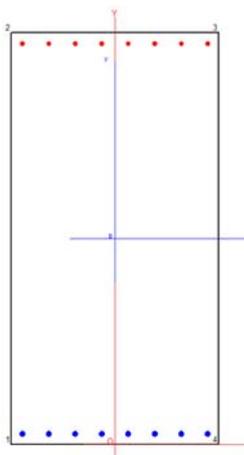
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

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

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 IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.03.04.001	REV. A	PAGINA 87 di 106

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
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

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

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	88 di 106				

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	2463.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	2544.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (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	1750.00 (2168.82)	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: 10.2 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	3032.26	0.00	0.00	3169.07	0.00	1.287	42.5(31.8)
2	S	0.00	3032.26	0.00	0.00	3169.07	0.00	1.246	42.5(31.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
PROGETTO ESECUTIVO Spalla S1 - Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	VI.03.04.001	A	89 di 106	

-	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	0.00304	-0.02801	-50.0	200.0	0.00116	-44.7	194.8	-0.06750	-44.7
-	5.3									
-	2	0.00304	-0.02801	-50.0	200.0	0.00116	-44.7	194.8	-0.06750	-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	0.000362315	-0.069420272	0.043	0.700				
-	2	0.000000000	0.000362315	-0.069420272	0.043	0.700				

COMBINAZIONI RARE 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 $Beta1 \cdot Beta2$										
-	N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
-	1	S	4.03	50.0	200.0	-226.2	-19.2	5.3	2316	42.5	12.8	1.00

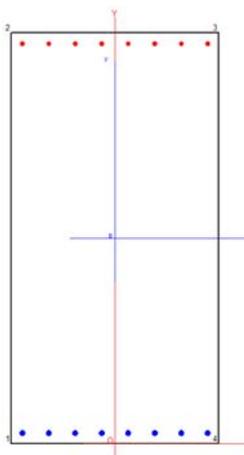
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

-	fctm	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a										
-	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 Ac eff										
-	Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
-	Psi	$= 1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (fctm/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (Mfess/M)^2$										

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 106

-	e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Il valore limite = $0.4 \cdot S_s / E_s$ è tra parentesi												
-	srm	Distanza media tra le fessure [mm]												
-	wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. 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	-2.3	0	0.125	26	40	-0.5360.00045	(0.00045)	176	0.136	(0.20)	2168.82	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

DATI GENERAZIONI LINEARI 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 IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 106

-
- 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

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	1000.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	950.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (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	720.00 (2136.34)	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: 10.4 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

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 92 di 106

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	2598.49	0.00	0.00	2705.43	0.00	2.705	36.2(31.9)
2	S	0.00	2598.49	0.00	0.00	2705.43	0.00	2.848	36.2(31.9)

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	0.00278	-0.02815	-50.0	200.0	0.00090	-44.8	194.8	-0.06750	-44.8
2	0.00278	-0.02815	-50.0	200.0	0.00090	-44.8	194.8	-0.06750	-44.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000360770	-0.069376002	0.040	0.700
2	0.000000000	0.000360770	-0.069376002	0.040	0.700

COMBINAZIONI RARE 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	1.76	-50.0	200.0	-108.6	32.0	5.2	2163	36.2	12.8	1.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
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 93 di 106				

-
- **COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE**
-

-
- 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	$= 1 - \beta \cdot 12 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta \cdot 12 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta \cdot 12 \cdot (M_{fess}/M)^2$												
-	e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi												
-	srm	Distanza media tra le fessure [mm]												
-	wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. 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	-1.0	0	0.125	24	40	-7.8040.00022	(0.00022)	177	0.065	(0.20)	2136.34	0.00

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.

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 94 di 106	

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	200	cm		
c	=	5.3	cm		
d	=	h-c	=	194.7	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	35	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	29.05	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	16.46	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
∅ _{st}	=	16			
braccia	=	2.5			
∅ _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A _{sw} / s)	=	12.566	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
TAGLIO AGENTE		V _{Ed} =	1436	(KN)	
SFORZO NORMALE		N _{Ed} =	0	(KN)	
		α _c =	1.0000		

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

Calcolo di cot θ

$$\cot(\theta) = 3.97$$

$$\theta = 14.15^\circ$$

IPOTESI 2 $\cot \vartheta > 2,5$ Si assume $\vartheta = 21,8^\circ$

Armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 2154.14 \text{ (KN)}$$

$$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 4973.41 \text{ (KN)}$$

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

$$V_{Rd} = 2154 \text{ (KN)}$$

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

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.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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	95 di 106

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

DATI COLONNA

D	=	1500	mm	Diametro palo	
Hp (piastra)	=	2000	mm		
cx (copriferro asse)	=	53	mm		
cy (copriferro asse)	=	79	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1947	mm
dy	=	Hp-cy	=	1921	mm
d _{eff} (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1934	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2d_{eff})$	=	29016	mm

TIPOLOGIA PILASTRO

UBICAZIONE			A
β_1	=		1.5

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

\varnothing_x	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
A_{s1x}	=	4247.43	mm ² /m	area barre X a ml
l_{effy}	=	13.10	m	larghezza efficace dir Y
A_{s1x}	=	55658.37	mm ²	acciaio X nella larghezza efficace
\varnothing_y	=	20	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
A_{s1y}	=	2513.27	mm ² /m	area barre Ya ml
l_{effx}	=	13.10	m	larghezza efficace dir X
A_{s1y}	=	32933.94	mm ²	acciaio Y nella larghezza efficace

SOLLECITAZIONE DI CALCOLO

SFORZO NORMALE PALO	$V_{Ed} =$	5360	(KN)
---------------------	------------	------	------

TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_1 \cdot d)$	0.14	Mpa
----------------------	---	------	-----

TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA

$v_{Rd,c}$	=	0.27	(MPa)	$v_{min+0.15 \cdot s_{cf}}$	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.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 96 di 106

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. Di seguito il diagramma del momento adimensionale del palo della fondazione in esame.

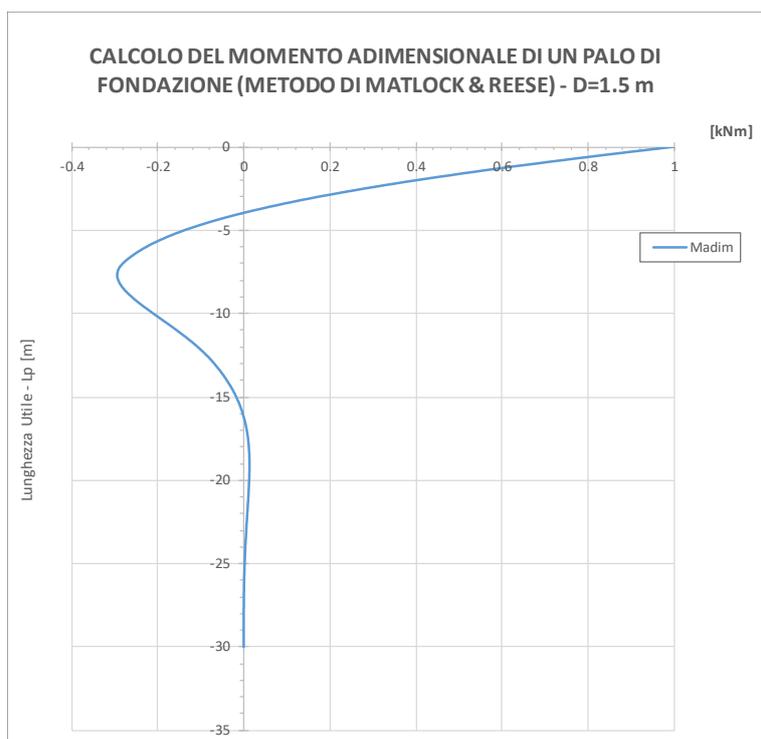


Figura 20: Diagramma del Momento adimensionale lungo il palo

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	98 di 106

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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: 14 mm
 Passo staffe: 15.0 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	5277.00	3480.00	0.00	0.00	1160.00
2	4155.00	3480.00	0.00	0.00	1160.00
3	5360.00	6645.00	0.00	0.00	2215.00
4	1128.00	6645.00	0.00	0.00	2215.00

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	3843.00	2490.00 (1762.12)	0.00 (0.00)
2	3061.00	2490.00 (1607.34)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 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 99 di 106				

-	Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1	cm
-	Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.8	cm
-	Copriferro netto minimo staffe:	5.7	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	5277.00	6461.62	0.00	5277.04	8026.41	0.00	2.306	-----
-	2	S	4155.00	6102.90	0.00	4154.83	7795.73	0.00	2.240	-----
-	3	S	5360.00	6487.33	0.00	5359.78	8041.54	0.00	1.210	-----
-	4	S	1128.00	5046.37	0.00	1128.28	7001.82	0.00	1.054	-----

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
-	1	0.00350	-0.00021	0.0	75.0	0.00302	0.0	66.6	-0.00467	0.0
-	2	0.00350	-0.00047	0.0	75.0	0.00298	0.0	66.6	-0.00525	0.0
-	3	0.00350	-0.00019	0.0	75.0	0.00302	0.0	66.6	-0.00463	0.0
-	4	0.00350	-0.00138	0.0	75.0	0.00286	0.0	66.6	-0.00724	0.0

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.
--------	---	---	---	-----	--------

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 100 di 106	

-	1	0.000000000	0.000057696-0.000827200	----	----
-	2	0.000000000	0.000061770-0.001132765	----	----
-	3	0.000000000	0.000057421-0.000806546	----	----
-	4	0.000000000	0.000075846-0.002188430	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

-	Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
-	Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiezz. 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.[cm ² /m]
-	A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /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- ta 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	4501.90	4400.96	122.3	138.3	21.80°	1.211	0.0 40.9(0.0)
-	2	S	0.00	4321.00	4412.89	122.7	137.5	21.80°	1.166	0.0 40.9(0.0)
-	3	S	0.00	4514.23	4400.96	122.3	138.3	21.80°	1.214	0.0 40.9(0.0)
-	4	S	0.00	3790.64	4476.19	124.4	132.7	21.80°	1.045	0.0 40.9(0.0)

COMBINAZIONI RARE 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	8.31	0.0	200.0	-90.8	0.0	-66.6	1771	74.3	2.6	1.00
-	2	S	8.25	0.0	120.0	-110.9	0.0	-66.6	1771	74.3	2.6	1.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

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

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	101 di 106

-	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	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$												
-	e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure. 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	-3.6	0	0.125	26	39	0.4990.00023	(0.00018)	114	0.044	(0.20)	1762.12	0.00
-	2	S	-4.0	0	0.125	26	39	0.5830.00032	(0.00022)	114	0.063	(0.20)	1607.34	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.

SPALLA		FONDAZIONE				SFORZI NEI PALI		
Opera	Spalla	Condizione terreno	D _{pali}	N _{pali}	L _{pali}	Combinazione	N _{min}	Q _{d,c}
			[m]	[-]	[m]		[kN]	[kN]
VI03	S1	Non Liquefacibile	1.5	12	25	SLU-Gr.1(P)	5360	6502

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]	[-]
VI03	S1	Non Liquefacibile	1.5	12	25	SLE-C-Gr.1(P)	3843	5710	1.49

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.

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 102 di 106

11.6.3 Verifiche del carico limite orizzontale

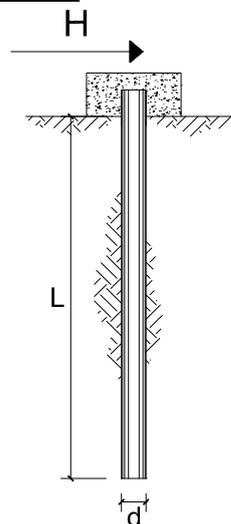
Per i pali di fondazione da realizzare nei terreni non suscettibili ai fenomeni di liquefazione, le verifiche di capacità portante laterale dei pali di fondazione vengono eseguite secondo la consolidata metodologia di Broms (1964) per terreni incoerenti sotto falda attraverso un apposito foglio di calcolo.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

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

OPERA: S1

TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)



coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	γ_T
			γ_G	γ_Q		
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	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 106

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	30.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	7191.00	(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 =	2215	(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 97200.00 \text{ (kN)} \quad H1_{min} = 97200.00 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 32639.70 \text{ (kN)} \quad H2_{min} = 32639.70 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 3691.65 \text{ (kN)} \quad H3_{min} = 3691.65 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 3691.65 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \quad H_{min} = 3691.65 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 2636.89 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 2028.38 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 2215.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 0.92$$

L'armatura prevista nelle verifiche flessionali risulta insufficiente. Si prevede un infittimento nella prima gabbia, prevedendo un armatura complessiva di 40+40Ø26.

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 104 di 106

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	30.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	9132.00	(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 =	2215	(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 97200.00 \text{ (kN)} \qquad H1_{min} = 97200.00 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 32704.40 \text{ (kN)} \qquad H2_{min} = 32704.40 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 4329.17 \text{ (kN)} \qquad H3_{min} = 4329.17 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 4329.17 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 4329.17 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 3092.27 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k / \gamma_T = 2378.67 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 2215.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.07$$

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 105 di 106

12 INCIDENZE

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di calcolo [kg]	Incidenza di progetto [kg/m ³]
		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	8	33.344	LATO A	24	8	28.408	16	40x40	6.25	9.8625	111.07	56	80
		LATO B	20	8	19.728	LATO B	20	8	19.728							
Muro frontale	2.00	LATO A	26	8	33.344	LATO A	24	8	28.408	14	40x40	6.25	7.55	97.71	49	70
		LATO B	24	4	14.204	LATO B	24	4	14.204							
Muro paraghiaia	0.50	LATO A	20	12	29.592	LATO A	20	12	29.592	14	40x40	6.25	7.55	79.36	159	160
		LATO B	16	4	6.312	LATO B	16	4	6.312							
Muri andatori	1.20	LATO A	26	16	66.688	LATO A	20	8	19.728	14	20x40	12.5	15.1	117.69	98	110
		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°	L [m]	Peso [kg]		
Pali	1.5	GABBIA 1	26	80	6	3000	173	180
		GABBIA 2	26	60	9	3350		
		GABBIA 3	20	30	10	1280		

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 106 di 106

13 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Stralcio planimetrico dell'area di intervento – Ubicazione della spalla S1 viadotto VI037	
Figura 2: Profilo longitudinale.....	8
Figura 3: Sezione Longitudinale.....	8
Figura 4: Sezione Trasversale	9
Figura 5: Pianta.....	9
Figura 6: Treno di carico LM71	20
Figura 7: Treno di carico SW/2.....	21
Figura 8: Sollecitazioni indotte da frenatura e avviamento dei treni	23
Figura 9: Spettri di risposta (q=1.0)_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	35
Figura 10: Spettri di risposta (q=1,5)_SLV (Componente orizzontale e verticale).....	37
Figura 11: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno	41
Figura 12: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale e permanente.....	42
Figura 13: Schema per il calcolo degli effetti in condizioni sismiche	44
Figura 14: Schema per il calcolo degli effetti inerziali.....	45
Figura 15: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del D.M. 14 gennaio 2008	47
Figura 16: Valori dei coefficienti di combinazione– Tabella 5.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 ...	47
Figura 17: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del D.M. 14 gennaio 2008	48
Figura 18: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008.....	48
Figura 19: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – a) Vista 3D b) Spaccato	52
Figura 20: Diagramma del Momento adimensionale lungo il palo.....	96