

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

RELAZIONE

SL - SOTTOVIA

SL09 - SOTTOPASSO PEDONALE KM 8+853,44

RELAZIONE DI CALCOLO

APPALTATORE	PROGETTAZIONE
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV SCALA:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	C	L	S	L	0	9	0	0	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	DI PLACIDO	24/04/18	MARTUSCELLI	26/04/18	D'ANGELO	26/04/18	N. Cognome
						MARTUSCELLI		
B	EMISSIONE PER RdV	DI PLACIDO	10/09/18	MARTUSCELLI	11/09/18	D'ANGELO	11/09/18	
								12/09/18

File: IF1M .0.0.E.ZZ.CL.SL.08.0.0.001-B.DOC

n. Elab.:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>2 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	2 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	2 di 201								

1	PREMESSA.....	6
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
4	MATERIALI	10
4.1	CALCESTRUZZO C32/40 (SOTTOPASSO E MURI ANDATORI)	10
4.2	CALCESTRUZZO C25/30 (PALI DI FONDAZIONE)	11
4.3	ACCIAIO B450C.....	11
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	12
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	12
5.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....	14
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	16
7	VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI	18
7.1	VERIFICHE SLE	19
7.1.1	Verifiche alle tensioni.....	19
7.1.2	Verifiche a fessurazione.....	20
7.2	VERIFICHE ALLO SLU	21
7.2.1	Pressoflessione	21
7.2.2	Taglio.....	21
8	ANALISI E VERIFICA DELLA STRUTTURA SCATOLARE.....	24
8.1	ANALISI DEI CARICHI	24
8.1.1	Peso propri strutturali e non strutturali	24

APPALTATORE: <i>Mandatario:</i> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<i>Mandante:</i> 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: <i>Mandatario:</i> SYSTRA S.A.		<i>Mandante:</i> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 3 di 201

8.1.2	<i>Spinta del terreno</i>	26
8.1.3	<i>Spinta in presenza di falda</i>	27
8.1.4	<i>Carichi ferroviari</i>	28
8.1.5	<i>Carichi stradali</i>	30
8.1.6	<i>Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico</i>	32
8.1.7	<i>Frenatura e avviamento</i>	32
8.1.8	<i>Ritiro</i>	33
8.1.9	<i>Azioni termiche</i>	33
8.1.10	<i>Azioni sismiche</i>	33
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO	36
8.3	MODELLAZIONE ADOTTATA	44
8.4	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	46
8.5	VERIFICHE	57
8.5.1	<i>Verifiche agli Stati Limite Ultimi</i>	57
8.5.2	<i>Verifiche agli Stati Limite D'esercizio</i>	73
8.6	VERIFICHE GEOTECNICHE	89
8.6.1	<i>Verifica a carico limite del terreno di fondazione</i>	89
8.7	INCIDENZE ARMATURE STRUTTURA SCATOLARE	92
9	MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA	93
9.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE	93
9.1.1	<i>Geometria di calcolo</i>	93
9.2	ANALISI DEI CARICHI	94

APPALTATORE: <i>Mandatario:</i> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<i>Mandante:</i> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <i>Mandatario:</i> SYSTRA S.A.		<i>Mandante:</i> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B
				PAGINA 4 di 201		

9.2.1	<i>Combinazioni di carichi SLU</i>	100
9.2.2	<i>Combinazioni di carichi SLE</i>	101
9.3	CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE	101
9.3.1	<i>Criterio di verifica a capacita portante della fondazione (GEO)</i>	104
9.3.2	<i>Criterio di verifica a scorrimento sul piano di posa (GEO)</i>	106
9.3.3	<i>Criterio di verifica a ribaltamento (EQU)</i>	106
9.3.4	<i>Criterio di verifica a stabilit� globale (GEO)</i>	107
9.3.5	<i>Criteri di verifica a presso(tenso)flessione (STR)</i>	109
9.3.6	<i>Criteri di verifica a taglio (STR)</i>	109
9.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	110
9.4.1	<i>Verifica GEO a capacit� portante della fondazione</i>	119
9.4.2	<i>Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione</i>	122
9.4.3	<i>Verifica EQU a ribaltamento</i>	123
9.4.4	<i>Verifica GEO a stabilit� globale</i>	123
9.4.5	<i>Verifiche STR</i>	125
9.5	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	128
9.5.1	<i>Verifiche a fessurazione</i>	130
9.5.2	<i>Verifiche alle tensioni</i>	132
9.6	INCIDENZE ARMATURE MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA	134
10	MURI ANDATORI IN SINISTRA SU PALI	135
10.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE	135

APPALTATORE: <i>Mandatario:</i> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<i>Mandante:</i> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <i>Mandatario:</i> SYSTRA S.A.		<i>Mandante:</i> 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		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	5 di 201

10.1.1	Geometria di calcolo muro.....	135
10.1.2	Geometria di calcolo pali	136
10.2	ANALISI DEI CARICHI	138
10.2.1	Combinazioni di carichi SLU	147
10.2.2	Combinazioni di carichi SLE.....	148
10.3	CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE	148
10.3.1	Carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)	150
10.3.2	Carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)	150
10.3.3	Criteri di verifica a presso(tenso)flessione (STR)	152
10.3.4	Criteri di verifica a taglio (STR).....	152
10.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	153
10.4.1	Verifiche del muro (STR).....	162
10.4.2	Verifica a carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)	165
10.4.3	Verifiche a carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)..	168
10.4.4	Verifiche strutturali dei pali (STR)	175
10.5	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	184
10.5.1	Verifiche a fessurazione muro.....	185
10.5.2	Verifiche alle tensioni muro	187
10.5.3	Verifiche a fessurazione pali.....	189
10.5.4	Verifiche alle tensioni pali.....	191
10.6	INCIDENZE ARMATURE MURI ANDATORI IN SINISTRA SU PALI	192
11	TABULATI DI CALCOLO DELLA STRUTTURA SCATOLARE.....	193

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 6 di 201

1 PREMESSA

Il presente documento fa parte degli elaborati tecnici a corredo della “Progettazione esecutiva della Linea Ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le PK. 0+000 e PK 15+585”.

In particolare, l’opera oggetto del presente documento è un sottopasso scatolare 3.00 x 2.80 m denominato “SL09” nei pressi della PK 8+850.

I tombini scatoari che attraversano il rilevato di progetto dalla PK 8+850 alla PK 9+200 in affiancamento ai Regi Lagni hanno la funzione di mitigare l’interruzione del rapporto diretto, storicamente consolidato, tra l’alveo ed il circostante territorio di campagna, così come prescritto dalla nota Prot. n. 30803 del 11.12.2015 del MIBACT. In corrispondenza di questi attraversamenti non è prevista alcuna viabilità di ricucitura, così come indicato nell’Allegato 2 all’Ordinanza 21 di approvazione del Progetto Definitivo, facente parte della Convenzione per la Progettazione Esecutiva ed esecuzione dei lavori di realizzazione della linea ferroviaria Napoli-Bari – Variante Linea Cancello – Napoli.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all’opera.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>7 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	7 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	7 di 201								

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera è costituita da una struttura scatolare di tipo classico, di dimensioni interne 3.00 x 2.80 m. Lo spessore dei piedritti e della soletta di copertura è pari a 40 cm, mentre la soletta di fondazione è spessa 50 cm. La lunghezza dello scatolare è pari a 14.34 m. La struttura attraversa in maniera ortogonale l'infrastruttura ferroviaria composta da rilevato tra muri. Trattasi di muri andatori su fondazione diretta in destra e muri andatori su pali in sinistra.

Si riportano una vista planimetrica, una sezione longitudinale ed una trasversale della struttura.

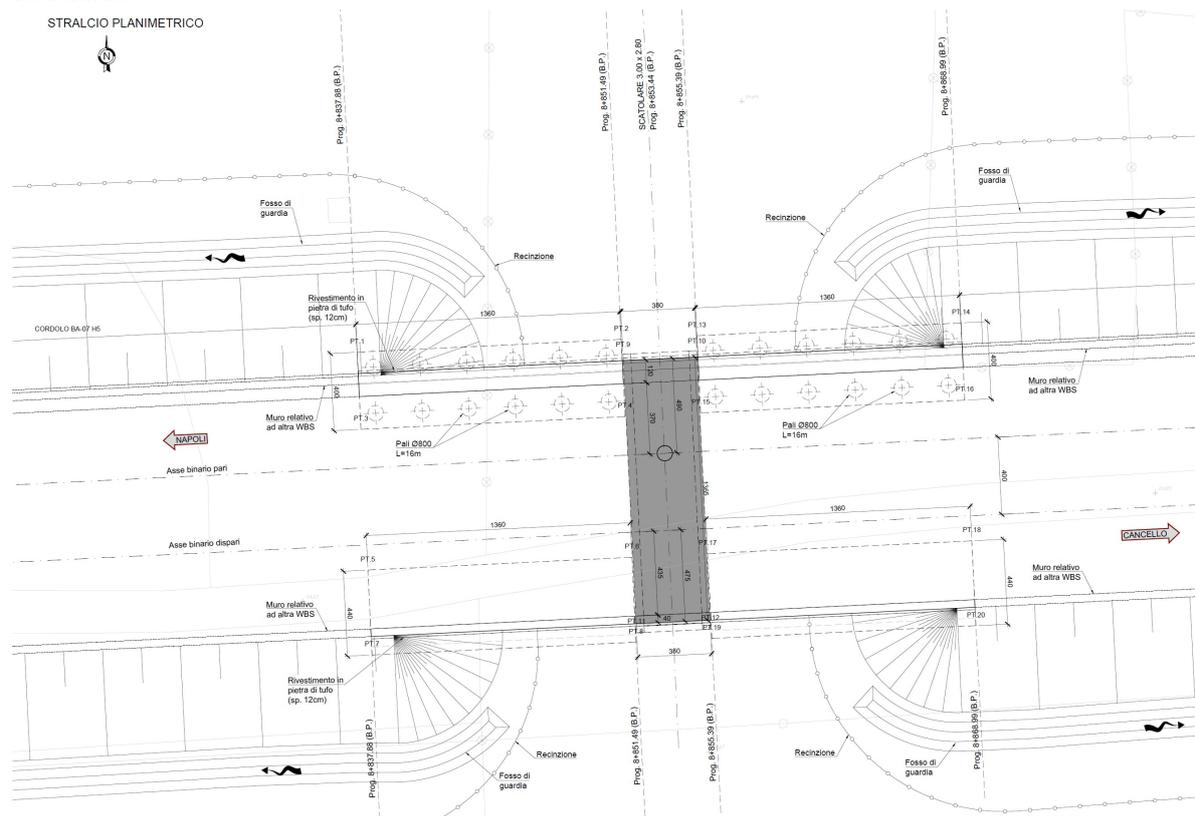


Figura 1-Sottopasso – Vista Planimetrica

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO 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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 8 di 201

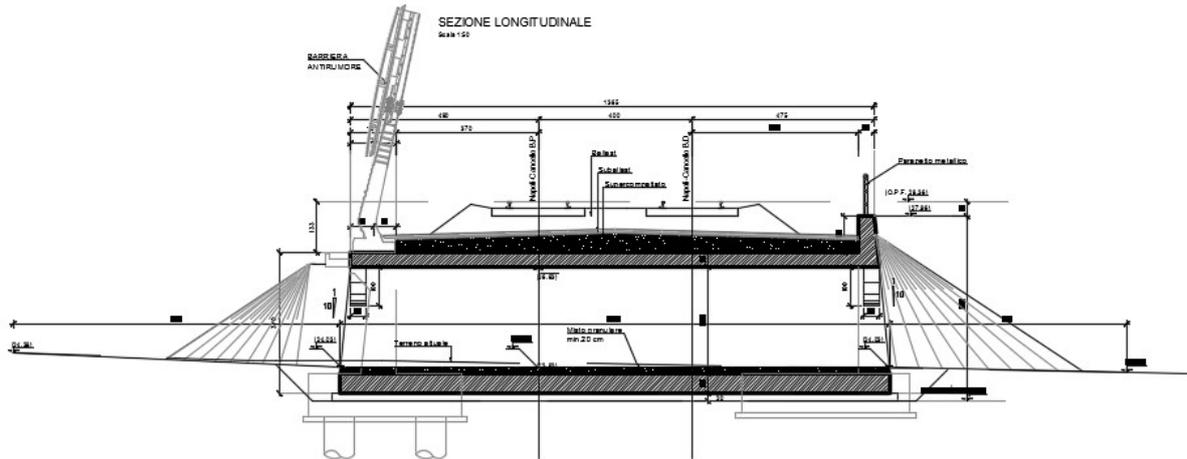


Figura 2-Sottopasso - Sezione Longitudinale

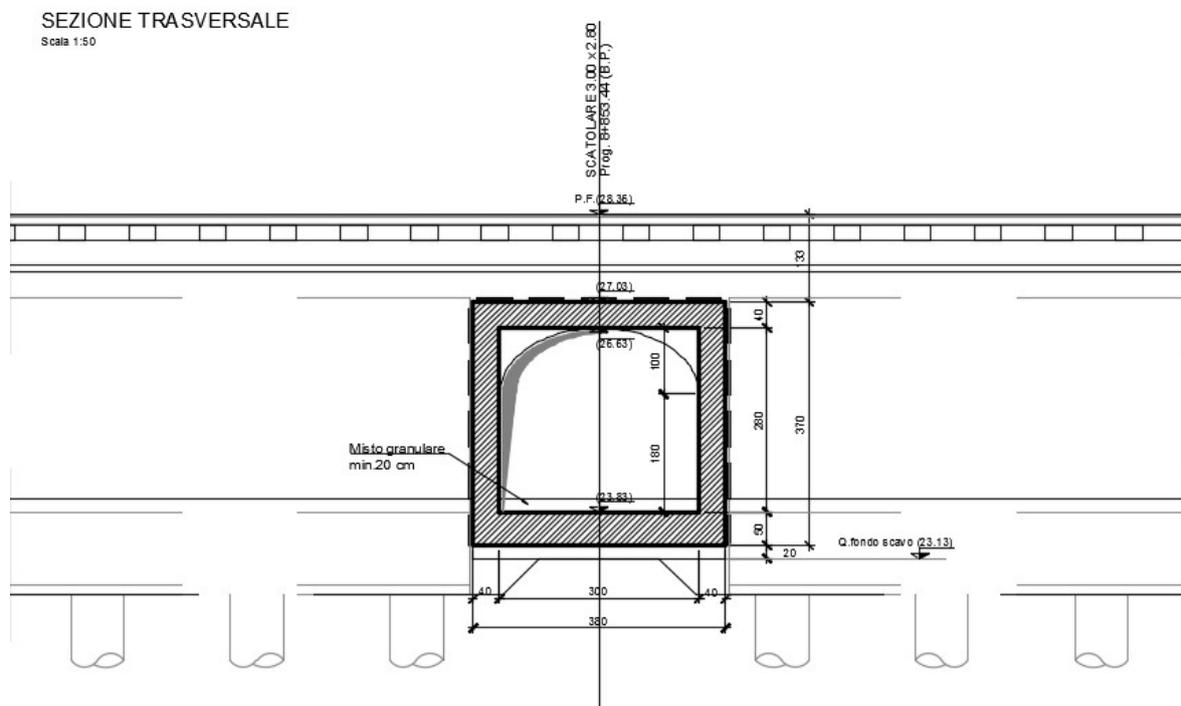


Figura 3-Sottopasso -Sezione Trasversale

Per ulteriori dettagli geometrici si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI											
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA						
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	9 di 201						

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- 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;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008);
- Circolare applicativa delle NTC2008 n.617 del 02/02/2009: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di progettazione delle opere civili;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 10 di 201

4 MATERIALI

Il calcestruzzo adottato corrisponde alla Classe C32/40, mentre l'acciaio in barre ad aderenza migliorata corrisponde alla classe B450C. Di seguito vengono elencate le specifiche.

4.1 CALCESTRUZZO C32/40 (sottopasso e muri andatori)

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C =$	33643	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	10×10^{-6}	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0.20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.50	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	40.0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} =$	33.2	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} =$	41.2	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3.10	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} =$	2.17	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.72	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} =$	2.60	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} =$	4.88	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.8	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1.45	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctfd} =$	1.74	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} =$	3.25	[MPa]

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 11 di 201
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						

4.2 CALCESTRUZZO C25/30 (pali di fondazione)

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C =$	31447	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	10×10^{-6}	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0.20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.60	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} =$	30.0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} =$	24.9	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} =$	32.9	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2.56	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} =$	1.79	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.07	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} =$	2.15	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} =$	4.03	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	13.2	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1.12	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctfd} =$	1.34	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} =$	2.52	[MPa]

4.3 ACCIAIO B450C

Modulo di elasticità longitudinale	$E_s =$	210000	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540	[MPa]
Allungamento	$A_{gt k} \geq$	7.50%	[-]
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$	391.3	[MPa]

APPALDATTORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>12 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	12 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	12 di 201								

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica e sono riportate di seguito.

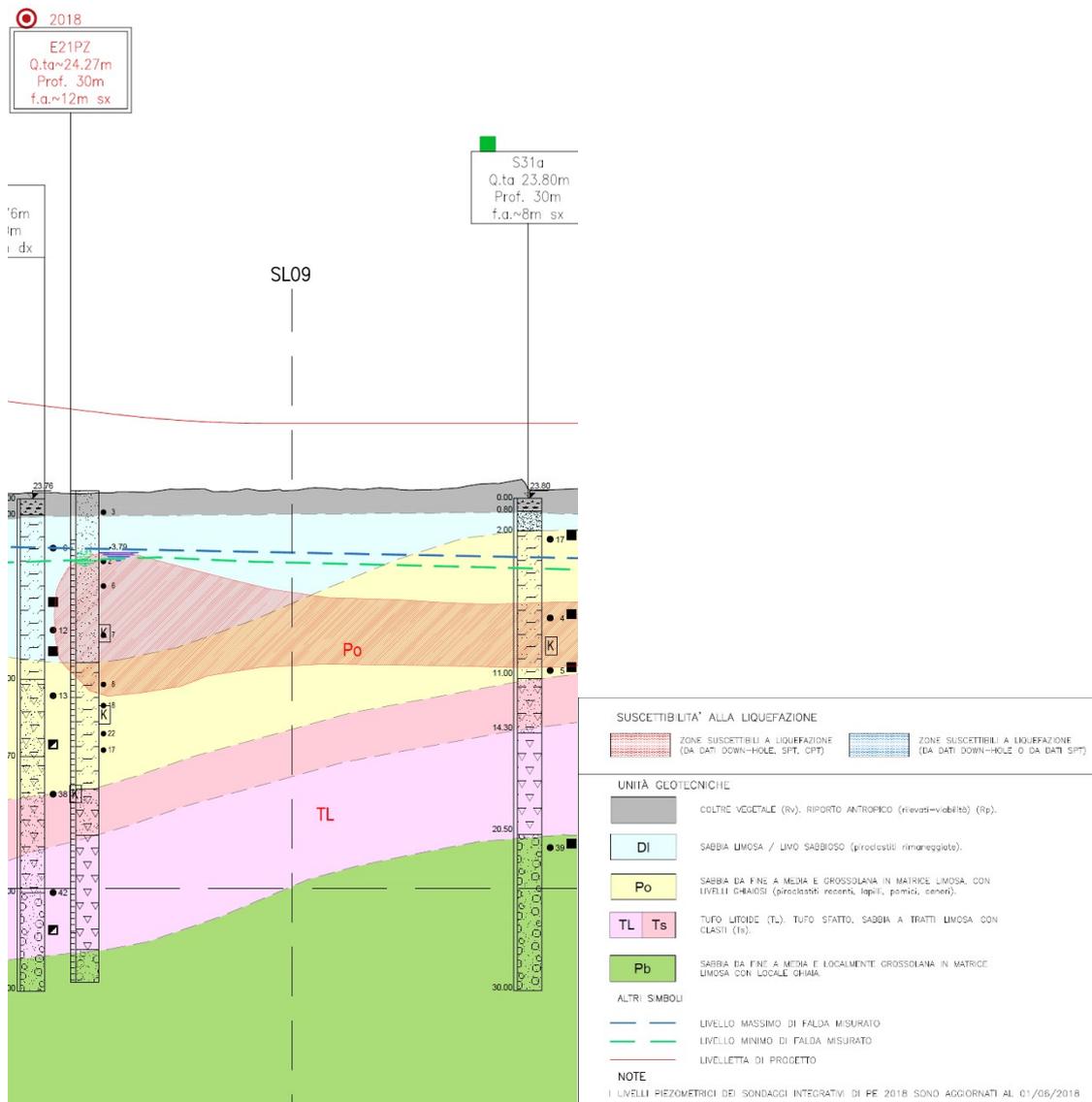


Figura 4-Stralcio profilo geotecnico

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA				
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	13 di 201				

Unità Rv – coltre vegetale

$\gamma = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata,
$E_{op} = 10 \div 30 \text{ MPa}$	modulo di deformazione.

Unità Ra – riporto antropico dei rilevati ferroviari in progetto

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 35 \div 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata,
$E_0 = 300 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni.

Unità DI – piroclastiti rimaneggiate sabbioso-limose

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 30 \div 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata,
$E_0 = 50 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni.

Unità Po – Piroclastiti recenti sabbioso limose

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 33 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata,
$E_0 = 150 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale.

Unità Ts – Tufo sfatto

$\gamma = 15 \div 16 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 35 \div 37^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata,
$E'_0 = 300 \div 1800 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale.

Unità TL – Tufo litoide

$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale,
$\varphi' = 35 \div 41^\circ$	angolo di resistenza al taglio,
$c' = 20 \div 50 \text{ kPa}$	coesione drenata,

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 14 di 201

$E'_0 = 680 \div 4550$ MPa modulo di deformazione elastico iniziale.

Unità Pb – Piroclastiti di base sabbioso limose

$\gamma = 16$ kN/m³ peso di volume naturale,

$\varphi' = 35 \div 37$ ° angolo di resistenza al taglio,

$c' = 0 \div 5$ kPa coesione drenata,

$E'_0 = 300 \div 2050$ MPa modulo di deformazione elastico iniziale.

Si evidenzia la presenza di zone suscettibili di liquefazione. La falda è stata rilevata a 20.51 m.s.l.m, mentre il piano delle fondazioni dell'opera in esame è posto ad una profondità di 23.33 m.s.l.m.

5.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- c_t = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):
 - $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$ rettangolare con $L / B \leq 10$
 - $c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$ rettangolare con $L / B > 10$
- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

- $k_w = E / [(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t]$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>15 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	15 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	15 di 201								

Per l'opera in esame, si è considerato il modulo elastico del terreno D_i , in quanto unico strato ricadente all'interno del "bulbo delle pressioni" ovvero quella porzione del sottosuolo interessata dalla perturbazione indotta dai carichi applicati e considerata estesa per una profondità pari a circa 2 volte la larghezza caratteristica della fondazione. Per il valore di tale modulo elastico si pone il valore prossimo a quello medio:

- $E = 200 \text{ MPa}$

dal quale risulta, secondo le formulazioni sopra riportate, un valore della costante di sottofondo pari a:

- $k_w = 200000 / [(1-0.04) \cdot 3.80 \cdot 1.56] \text{ kN/m}^3 \approx 35000 \text{ kN/m}^3$.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 16 di 201

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo alla normativa NTC2008.

Ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008, risultando per l'opera in progetto una vita nominale $VN \geq 75$ anni ed una classe d'uso $Cu = III$, si ottiene un periodo di riferimento $VR = VN \cdot CU = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni. A seguito di tale assunzione si ha allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad $a_g = 0.220$ g.



Figura 5- Parametri sismici

Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g[-]	F_0 [-]	T^*_c [s]
Operatività	67.74	0.07	2.34	0.32
Danno	113.15	0.09	2.35	0.33
Salvaguardia Vita	1067.76	0.22	2.47	0.36
Prevenzione Collasso	2193.27	0.27	2.56	0.36

Tabella 1- Parametri sismici

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	17 di 201

Ai fini dell'analisi della risposta sismica locale, inoltre occorre definire la Categoria del Suolo di Fondazione, secondo quanto specificato al par. "3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE" del DM 14.01.08.

La categoria di suolo di fondazione viene definita, in base al riferimento normativo citato, sulla base della conoscenza di Vs30, ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche.

In particolare, nel caso in esame, è possibile considerare ai fini progettuali una categoria di suolo di tipo C: "Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille mediamente consistenti, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT < 50 o coesione non drenata $70 < c_u < 250$ kPa).

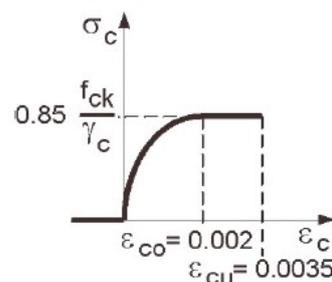
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>18 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	18 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	18 di 201								

7 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

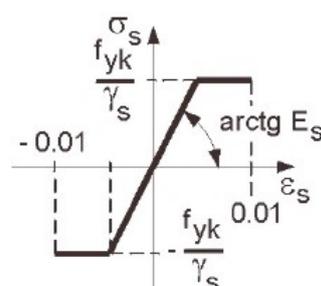
La corretta progettazione di un elemento strutturale deve essere sviluppata considerando tutti gli aspetti dai quali potrebbe dipendere il raggiungimento della crisi (SLU) o che non garantiscano il soddisfacimento di particolari requisiti funzionali (SLE). Appare quindi importante disporre di adeguate regole progettuali che, riferendosi a tutte le eventualità che potrebbero prodursi durante la vita di progetto, conducano ad un'attenta analisi di tutte le parti dell'elemento strutturale, ciascuna delle quali dovrà essere progettata con lo stesso grado di accuratezza.

Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione interna e le verifiche di resistenza negli elementi strutturali sono eseguiti con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni, basati sulle seguenti ipotesi:

1. planarità delle sezioni (ipotesi di Bernoulli);
2. resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile (solo per c.a.);
3. il conglomerato cementizio soggetto a compressione si comporta, nel campo delle tensioni di esercizio, come un materiale elastico, isotropo ed omogeneo (validità della Legge di Hooke);
4. perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
5. rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
6. rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;
7. utilizzo di modelli rappresentativi del legame costitutivo (σ - ε) dei materiali



Legame costitutivo cls



Legame costitutivo acciaio

APPALTATORE: <i>Mandatario:</i> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<i>Mandante:</i> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <i>Mandatario:</i> SYSTRA S.A.		<i>Mandante:</i> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B
					PAGINA 19 di 201	

8. nella valutazione delle piccole deformazioni, si fa riferimento alla totale sezione di conglomerato, adottando il modulo elastico E_c del conglomerato compresso;

9. l'acciaio, sia teso che compresso, nel campo delle tensioni di esercizio, è in campo elastico, ossia si ammette anche per esso la validità della Legge di Hooke.

Il metodo di verifica adottato è quello agli Stati Limite Ultimo (SLU) ed agli Stati Limite di Esercizio (SLE), secondo quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008.

7.1 VERIFICHE SLE

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

7.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel Manuale di RFI, ovvero:

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0.55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0.40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$.

Per il caso in esame risulta in particolare:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>20 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	20 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	20 di 201								

CALCESTRUZZO

$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0.40 f_{\text{cK}}) = 13.28 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Quasi Permanente)

$\sigma_{\text{cmax R}} = (0.55 f_{\text{cK}}) = 18.26 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)

ACCIAIO

$\sigma_{\text{s max}} = (0.75 f_{\text{yK}}) = 338.00 \text{ MPa}$ (Combinazione di Carico Caratteristica(Rara))

7.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico rara. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

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

Tabella 2– Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali - Tabella 4.1.IV

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 3–Descrizione delle condizioni ambientali Tabella 4.1.III

APPALTATORE: <i>Mandatario:</i> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<i>Mandante:</i> 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: <i>Mandatario:</i> SYSTRA S.A.	<i>Mandante:</i> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001
Relazione di calcolo						REV. B
						PAGINA 21 di 201

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

7.2 VERIFICHE ALLO SLU

7.2.1 Pressoflessione

Allo Stato Limite Ultimo le verifiche per tensioni normali vengono condotte confrontando per ogni sezione le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza secondo la nota relazione:

$$M_{rd} (N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

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

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

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

Il momento resistente M_{rd} è valutato adottando per i materiali i modelli tensionali $\sigma - \epsilon$.

7.2.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 22 di 201

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

dove:

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

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

$$\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$$

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} è la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

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

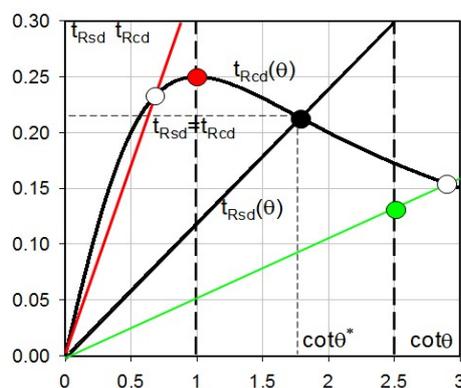
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

essendo:

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

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{cotg} \theta \leq 2.5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$



APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>23 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	23 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	23 di 201								

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1	per membrane non compresse
$1 + \sigma_p / f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 f_{cd}$
1.25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$
$2.5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$	per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<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: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>24 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	24 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	24 di 201								

8 ANALISI E VERIFICA DELLA STRUTTURA SCATOLARE

8.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

Materiali	γ [kN/m ³]
calcestruzzo armato	25
ballast + armamento	20
terreno a ridosso dei piedritti	20

Tabella 4 - Caratteristiche materiali e terreno

8.1.1 Peso propri strutturali e non strutturali

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$. L'analisi dei carichi viene condotta per un metro di struttura in direzione longitudinale (secondo la direzione dei binari).

- Pes permanenti portati soletta superiore (ballast, sub-ballast) come indicato nelle NTC al §5.2.2.1.1:

$$G_2 = 0.80 \cdot 20.00 \text{ kN/m} = 16.00 \text{ kN/m}$$

- Pes permanenti portati soletta superiore dovuti allo strato di circa 50 cm di terreno di ricoprimento:

$$G_2 = 0.50 \cdot 20.00 \text{ kN/m} = 10.00 \text{ kN/m}$$

- Spinta sui piedritti dovuta alla presenza dello strato superiore costituito da ballast e sub-ballast in combinazione STR:

$$G_2 = \gamma \cdot h \cdot k_0 = 0.80 \cdot 20.00 \text{ kN/m} \cdot 0.455 = 7.29 \text{ kN/m} \quad (\text{STR})$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 25 di 201

- Spinta sui piedritti dovuta alla presenza dello strato superiore costituito da ballast e sub-ballast in combinazione GEO

$$G_2 = \gamma \cdot h \cdot k_0 = 0.80 \cdot 20.00 \text{ kN/m} \cdot 0.539 = 8.62 \text{ kN/m} \quad (\text{GEO})$$

- Peso permanenti portati soletta inferiore dovuti al ricoprimento con misto granulare di circa 20 cm:

$$G_2 = 20 \cdot 0.20 \text{ kN/m} = 4.00 \text{ kN/m}$$

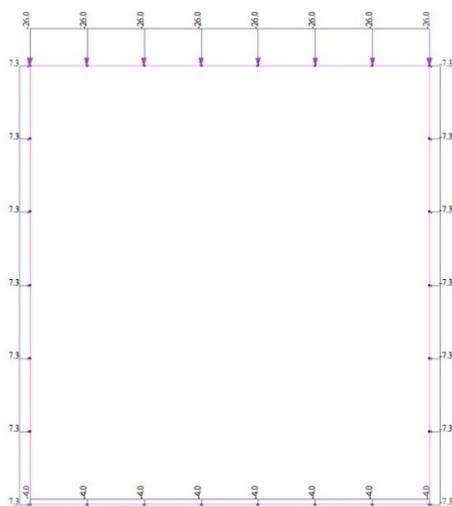


Figura 6 - Carichi permanenti non strutturali secondo combinazione STR

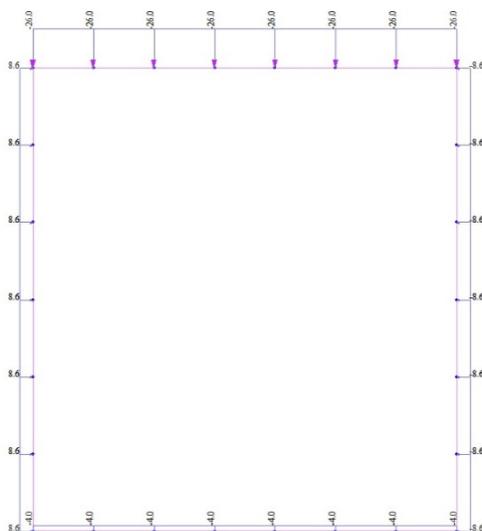


Figura 7 - Carichi permanenti non strutturali secondo combinazione GEO

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>26 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	26 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	26 di 201								

8.1.2 Spinta del terreno

La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo. Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula $k_0 = 1 - \sin(\varphi')$, per cui, per $\varphi' = 33^\circ$ (valore cautelativo considerato per la zona di transizione a ridosso della struttura) si ottiene il valore $k_0 = 0.455$ in combinazione STR e $k_0 = 0.539$ in combinazione GEO.

La pressione del terreno è stata calcolata come:

$$\sigma'_{1,h} = \sigma'_{1,v} \cdot k_0 = \gamma' \cdot z \cdot k_0$$

I valori delle spinte vengono di seguito esplicitati:

- Spinta al livello del piano mediano della soletta superiore:

$$\sigma'_{1,h} = \sigma'_{1,v} \cdot k_0 = \gamma' \cdot z \cdot k_0 = 20 \frac{kN}{m^3} \cdot \left(\frac{0.40}{2} + 0.50 \right) m \cdot 0.455 = 6.38 \text{ kPa} \quad (\text{STR})$$

$$\sigma'_{1,h} = \sigma'_{1,v} \cdot k_0 = \gamma' \cdot z \cdot k_0 = 20 \frac{kN}{m^3} \cdot \left(\frac{0.40}{2} + 0.50 \right) m \cdot 0.539 = 7.55 \text{ kPa} \quad (\text{GEO})$$

- Spinta al livello dell'intradosso della soletta inferiore:

$$\sigma'_{2,h} = \sigma'_{2,v} \cdot k_0 = 20 \frac{kN}{m^3} \cdot (3.70 + 0.50) m \cdot 0.455 = 38.25 \text{ kPa} \quad (\text{STR})$$

$$\sigma'_{2,h} = \sigma'_{2,v} \cdot k_0 = 20 \frac{kN}{m^3} \cdot (3.70 + 0.5) m \cdot 0.539 = 45.27 \text{ kPa} \quad (\text{GEO})$$

Nella Figura seguente si riporta il diagramma di spinta del terreno agente sui piedritti in kPa.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 27 di 201

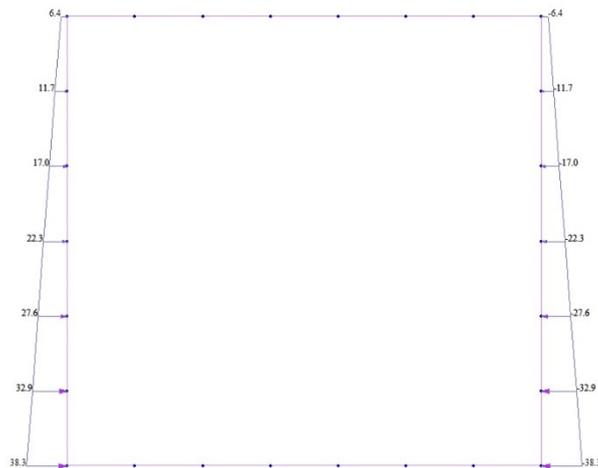


Figura 8 - Spinte del terreno secondo combinazione STR

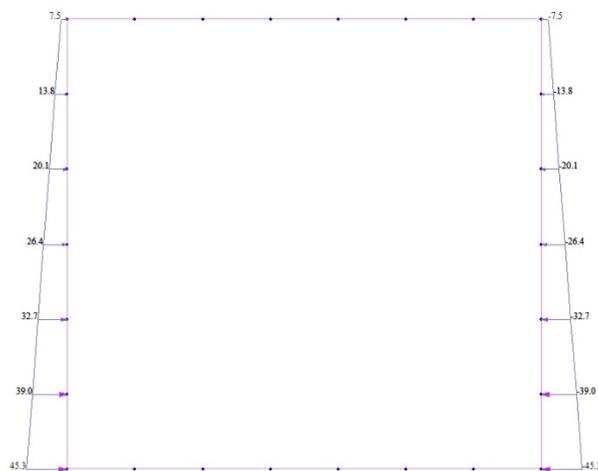


Figura 9 - Spinte del terreno secondo combinazione GEO

8.1.3 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>28 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	28 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	28 di 201								

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot Z$$

Nel caso in esame, trovandosi la falda ad una quota sul l.m. inferiore a quella prevista per il piano di posa delle fondazioni, come riportato in precedenza, l'azione dovuta alla spinta dell'acqua non è stata presa in considerazione.

8.1.4 Carichi ferroviari

Il treno di carico più gravoso per il tipo di modellazione eseguita è senza dubbio l'LM71, di seguito descritto:

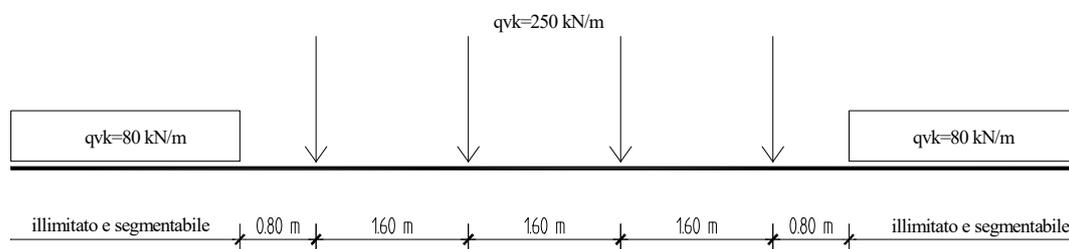


Figura 10 - Treno LM71

Il sovraccarico ferroviario (LM71) è stato distribuito attraverso il ricoprimento costituito dal ballast con una pendenza 1 a 4 e a 45° all'interno della soletta di copertura.

La diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta, dunque, pari a:

$$L_d = L_{\text{traversa}} + [(H_b + H_{\text{ricopr}})/4 + S_s/2] \cdot 2 = 2.40 + (0.90/4 + 0.40/2) \cdot 2 \text{ m} = 3.25 \text{ m}$$

In senso longitudinale, invece, si è assunto che il carico si distribuisce sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a 6.40 m.

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al § 2.5.1.4.2 delle istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari.

In particolare per il calcolo della lunghezza caratteristica L_Φ ci si è avvalsi dell'utilizzo delle formulazioni riportate in Tab. 2.5.1.4.2.5.3-1 per quanto concerne i portali a luce singola.

Risulta:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001		

$$L_{\Phi} = 1.3 \cdot \left[\left(\frac{1}{3} \right) \cdot (3.40 + 3.25 + 3.25) \right] = 4.29 \text{ m}$$

Per il calcolo di Φ , coefficiente di incremento dinamico, si è considerato un normale standard manutentivo:

$$\Phi_3 = \left[\frac{2.16}{(L_{\Phi}^{0.5} - 0.2)} \right] + 0.73 = \left[\frac{2.16}{4.29^{0.5} - 0.2} \right] + 0.73 = 1.88$$

Nei casi di ponti ad arco o scatolari, con o senza solettone di fondo, aventi copertura "h" maggiore di 1.00 m, il coefficiente dinamico può essere ridotto nella seguente maniera:

$$\Phi_{3,rid} = \Phi_3 - \frac{(h - 1.00)}{10} \geq 1.00 = 1.88 - \frac{(1.15 - 1.00)}{10} = 1.87$$

Dove h, in metri, è l'altezza della copertura, incluso il ballast, dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse.

Il coefficiente di adattamento α è posto pari ad 1.1 in accordo con la Tab. 2.5.1.4.1-1 del Manuale di progettazione RFI. Pertanto il carico ripartito dovuto al treno LM 71 risulta:

- Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate = $(4 \cdot 250 / 6.40) \cdot \alpha \cdot \Phi_{3,rid} / L_d = 98.86 \text{ kN/m}$
- Carico ripartito prodotto dal carico distribuito (80 kN/m) = $80 \cdot \alpha \cdot \Phi_{3,rid} / L_d = 50.62 \text{ kN/m}$

Le distribuzioni del sovraccarico ferroviario considerate al di sopra della copertura, sono quelle in grado di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti. Sono inoltre state considerate condizioni di carico "asimmetriche" con spinta orizzontale da sovraccarico ferroviario solo da un lato.

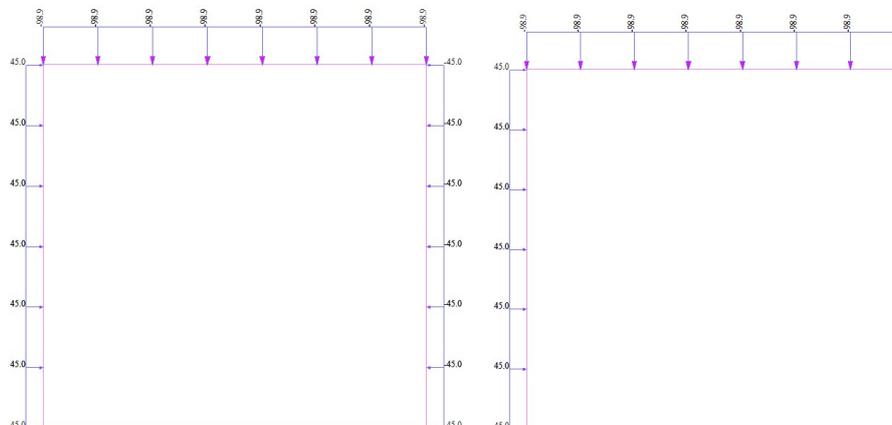


Figura 11- Carichi ferroviari Combinazione STR

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 30 di 201
		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				

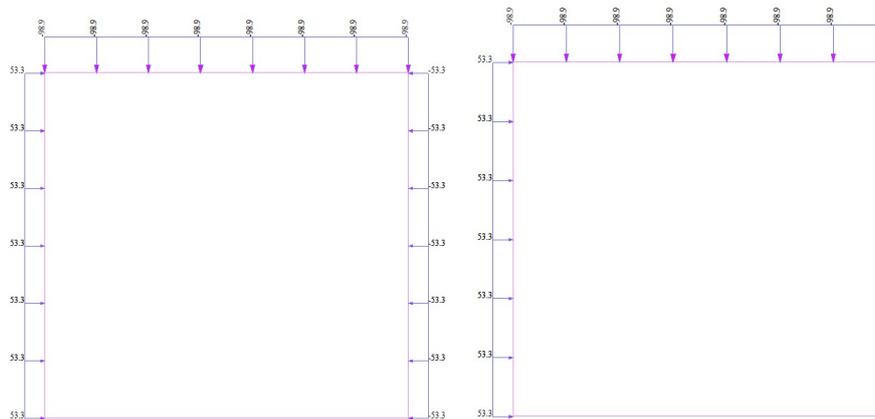


Figura 12 - Carichi ferroviari Combinazione GEO

8.1.5 Carichi stradali

A vantaggio di sicurezza, come nel progetto definitivo, verranno considerati agenti sulla soletta di fondazione anche dei carichi stradali.

L'entità dei carichi mobili presenti all'interno dello scatolare e gravanti sulla soletta di fondazione, è stata determinata considerando solo lo schema di carico 1 indicato dal DM 14/01/2008. Si individuano su 6.5 metri circa di strada carrabile 2 corsie convenzionali di 3 m di larghezza ciascuna. I carichi da traffico sono composti da:

- carichi concentrati:
due assi da 300 kN disposti ad interasse di 1.20 m per la corsia 1;
due assi da 200 kN disposti ad interasse di 1.20 m per la corsia 2.
- carico distribuito:
9 kN/m² sulla larghezza dell'intera corsia 1;
2.5 kN/m² per le restanti corsie.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO 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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 B 31 di 201
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	

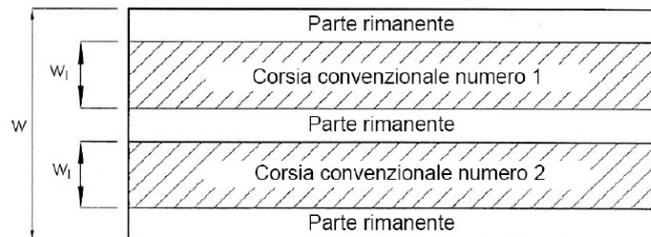


Figura 13- Numerazione delle corsie

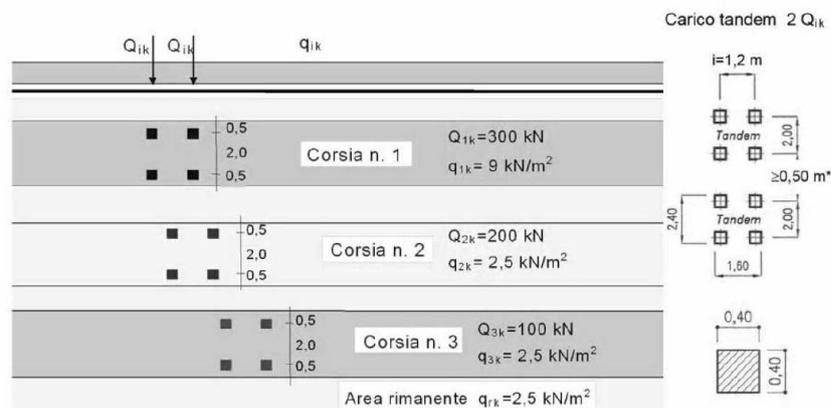


Figura 14- Schemi di Carico 1- Dimensioni in [m]

Si considera una diffusione del carico concentrato dovuto agli assi tandem su una superficie di dimensioni pari a 1.70 m in direzione longitudinale e 2.50 m in direzione trasversale. Tali carichi vengono applicati al piano medio della soletta.

Date le dimensioni dell'opera si considerano solo i carichi relativi alla corsia 1.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001		

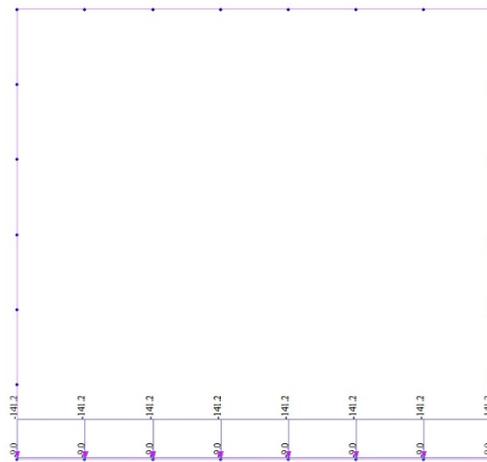


Figura 15- Carichi stradali

8.1.6 Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate, che vale (Figura 11) per le verifiche strutturali:

$$[(250 \cdot 4) \cdot \alpha \cdot \Phi_{3, \text{rid}} / L_d / L_{d, \text{long}}] \cdot K_0 = 45.02 \text{ kN/m} \quad (\text{STR})$$

e per le verifiche geotecniche (Figura 12):

$$[(250 \cdot 4) \cdot \alpha \cdot \Phi_{3, \text{rid}} / L_d / L_{d, \text{long}}] \cdot K_0 = 53.28 \text{ kN/m} \quad (\text{GEO})$$

8.1.7 Frenatura e avviamento

Per il tipo di modellazione eseguita, verrà considerata agente solo la più gravosa tra le azioni di frenatura ed avviamento.

Per la condizione di carico in esame, in coerenza con il tipo di carico accidentale impiegato nelle altre condizioni esaminate, si è presa in considerazione la forza di avviamento del modello LM71 che è di 33 kN/m. Distribuendo tale forza sulla larghezza di diffusione del carico si ha:

$$\text{Avviamento } A_v = 33 \text{ kN/m}$$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v / L_d = 33 / 3.25 \text{ kN/m} = 10.15 \text{ kN/m}^2 \text{ sulla fascia di } 1\text{m}$$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>33 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	33 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	33 di 201								

Tale azione è stata applicata, come carico orizzontale uniformemente distribuito, alla soletta di copertura.

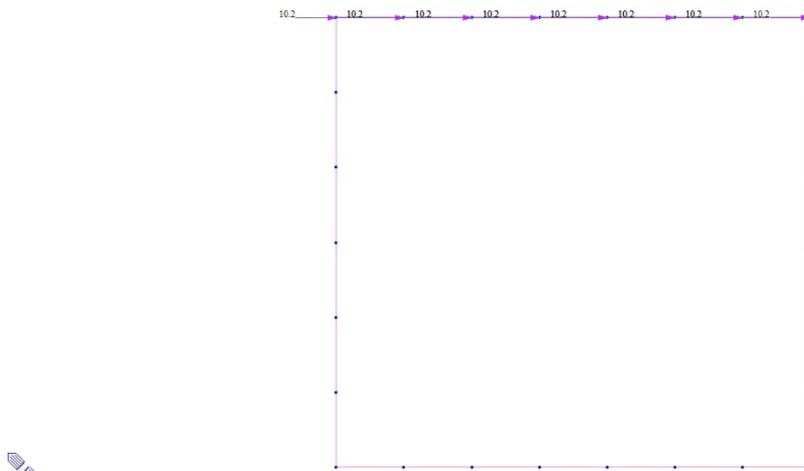


Figura 16 - Carichi avviamento/frenatura

8.1.8 Ritiro

I fenomeni di ritiro da considerare soletta di copertura sono stati applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente pari a: $\Delta T_{\text{ritiro}} = -10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

8.1.9 Azioni termiche

Come previsto al §5.2.2.5.2 delle NTC, in assenza di studi approfonditi, si è applicata una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$.

In aggiunta alla variazione termica uniforme, andrà considerato un $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$ fra estradosso ed intradosso di impalcato.

8.1.10 Azioni sismiche

8.1.10.1 Forze di inerzia

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI											
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA						
		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	34 di 201						

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \cdot W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \cdot W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{\max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

$$S_s = 1.37 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

$$S_T = 1.00 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica}$$

ne deriva che:

$$a_{\max} = 1.37 \cdot 1 \cdot 0.220g = 0.303 \text{ g}$$

$$k_h = a_{\max} / g = 0.303$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0.151$$

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G1 + G2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

Nel caso dei ponti, nell'espressione precedente si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli $\psi_{2j}=0.2$, così come specificato al § 2.5.1.8.3 del Manuale RFI DTC SI PS MA IFS 001 A.

Si riporta nella seguente figura la schematizzazione dei carichi sismici sulla struttura.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO 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	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	35 di 201

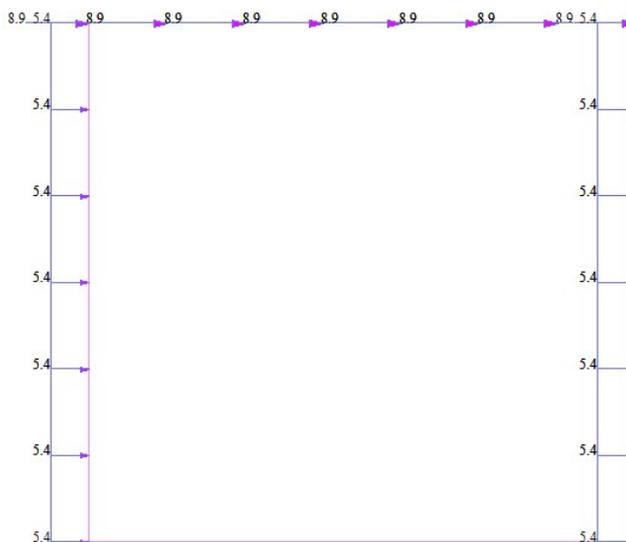


Figura 17 - Carichi sismici

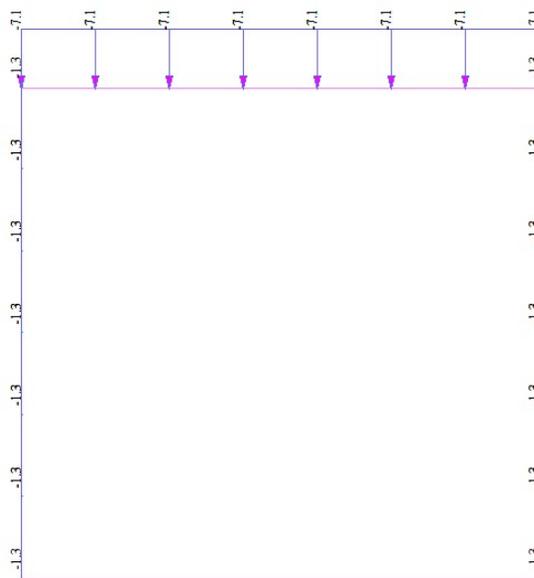


Figura 18- Carichi sismici

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 36 di 201

8.1.10.2 Spinta sismica terreno

Le spinte delle terre sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta SE = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante, applicata ad un'altezza pari ad H/2, vale:

$$\Delta SE = 0.303 \cdot 20 \cdot 3.70^2 = 82.86 \text{ kN/m}$$

Nella seguente figura si riporta la schematizzazione adottata per la modellazione della forza sismica:

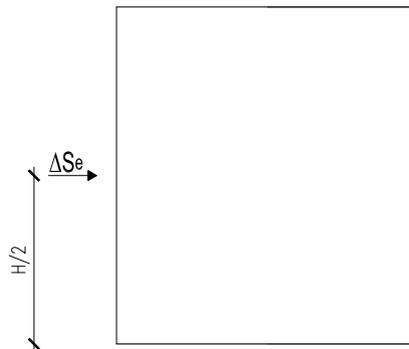


Figura 19- Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

nel modello di calcolo si è applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto, pari a: $\Delta sE = \Delta SE/h_{\text{piedritto}} = 25.50 \text{ kN/m}^2$.

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 37 di 201
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						

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A2 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>38 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	38 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	38 di 201								

		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

Tabella 5- NTC Tabella 5.2.V delle NTC – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica- Ponti ferroviari

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	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) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(4) 1,20 per effetti locali

Tabella 6- NTC Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU- Ponti stradali

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>39 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	39 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	39 di 201								

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

Tabella 7- Tabella 5.2.VI delle NTC- Coefficienti di combinazione y delle azioni- Ponti ferroviari

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_s	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
Neve q_s	Vento a ponte carico	0,6		
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Esecuzione	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	Temperatura	T _k	0,6	0,6

Tabella 8- NTC Tabella 5.1.VI delle NTC - Coefficienti di combinazione y delle azioni - Ponti stradali e pedonali

Al fine della valutazione delle azioni caratteristiche da usare nelle combinazioni in riferimento al traffico ferroviario 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 in Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico delle NTC. In particolare, avendo considerato, tra i carichi riportati nella detta tabella, unicamente il carico verticale e quello proveniente dalla Frenatura/Avviamento saranno considerati solo il Gruppo1 ed il Gruppo 3.

Nella valutazione degli effetti di interazione, alle azioni conseguenti all'applicazione dei carichi da traffico ferroviario si adotteranno gli stessi coefficienti parziali dei carichi che li generano.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>40 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	40 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	40 di 201								

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.

Tabella 9- NTC Tabella 5.2.IV delle NTC - Valutazione dei carichi da traffico

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

Tabella 10- NTC Tabella 5.2.VI delle NTC - Coefficienti di combinazione γ e delle azioni

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\Psi_2 = 0.2$ coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>41 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	41 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	41 di 201								

Abbreviazione	Tipo di carico
G1	Carichi permanenti elementi strutturali
G1,st	Carichi permanenti dovuti alla spinta delle terre
G2	Carichi permanenti non strutturali
Q, LM71 (1)	Carico ferroviario simmetrico
Q, LM71 (2)	Carico ferroviario asimmetrico
Q,R	Carico stradale
Q, av	Avviamento
ΔT	Variazione termica
EH,pp	Forza di inerzia orizzontale dovuta al sisma
EH,st	Spinta sismica statica orizzontale
EH,D	Incremento di spinta dovuto al sisma
Ev,pp	Forza di inerzia verticale dovuta al sisma

Tabella 11- Legenda carichi

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione $\gamma \cdot \psi$. Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Nel seguito si riportano le combinazioni di calcolo utilizzate per le verifiche a seguire.

```

LIST OF LOAD COMBINATIONS
=====
NUM  NAME          ACTIVE          TYPE          LOADCASE (FACTOR) +          LOADCASE (FACTOR)
=====
1    SLU-STR        Active          Add           G1 ( 1.350) +          G1, st ( 1.350) +          G2 ( 1.500)
+                                     RITIRO ( 1.200)
-----
2    SLU-STR-T(1)  Active          Add           G1 ( 1.350) +          G1, st ( 1.350) +          G2 ( 1.500)
+                                     RITIRO ( 1.200) +          Q, LM71 (1) ( 1.160) +          Q, R ( 1.010)
+                                     Q, fr ( 1.160) +          T ( 1.200)
-----
3    SLU-STR-T(3)  Active          Add           G1 ( 1.350) +          G1, st ( 1.350) +          G2 ( 1.500)
+                                     RITIRO ( 1.200) +          Q, LM71 (1) ( 0.580) +          Q, R ( 1.010)
+                                     Q, fr ( 1.160) +          T ( 1.200)
-----
4    SLU-STR-R(1)  Active          Add           G1 ( 1.350) +          G1, st ( 1.350) +          G2 ( 1.500)
+                                     RITIRO ( 1.200) +          Q, LM71 (1) ( 1.160) +          Q, R ( 1.350)
+                                     Q, fr ( 1.160) +          T ( 0.720)
-----
5    SLU-STR-R(3)  Active          Add           G1 ( 1.350) +          G1, st ( 1.350) +          G2 ( 1.500)
+                                     RITIRO ( 1.200) +          Q, LM71 (1) ( 0.580) +          Q, R ( 1.350)

```

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
Mandante: ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.								
Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 42 di 201

	+		Q, fr (1.160) +					T (0.720)	

6	SLU-STR-LM71 (1)	Active		Add					
			G1 (1.350) +			G1, st (1.350) +		G2 (1.500)	
	+		RITIRO (1.200) +			Q, LM71 (1) (1.450) +		Q, R (1.010)	
	+		Q, fr (1.450) +			T (0.720)			

7	SLU-STR-LM71 (2)	Active		Add					
			G1 (1.350) +			G1, st (1.350) +		G2 (1.500)	
	+		RITIRO (1.200) +			Q, LM71 (1) (0.725) +		Q, R (1.010)	
	+		Q, fr (1.450) +			T (0.720)			

8	SLU-STR-LM71 (3)	Active		Add					
			G1 (1.350) +			G1, st (1.350) +		G2 (1.500)	
	+		RITIRO (1.200) +			Q, LM71 (2) (1.450) +		Q, R (1.010)	
	+		Q, fr (1.450) +			T (0.720)			

9	SLU-STR-LM71 (4)	Active		Add					
			G1 (1.350) +			G1, st (1.350) +		G2 (1.500)	
	+		RITIRO (1.200) +			Q, LM71 (2) (0.725) +		Q, R (1.010)	
	+		Q, fr (1.450) +			T (0.720)			

10	EH-STR (1)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			G2 (1.000) +		RITIRO (1.000)	
	+		Q, LM71 (1) (0.200) +			Q, R (0.200) +		Q, fr (0.200)	
	+		T (0.500) +			EH, pp (1.000) +		EH, st (1.000)	
	+		EHD (1.000) +			Ev, pp (0.300)			

11	EH-STR (3)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			G2 (1.000) +		RITIRO (1.000)	
	+		Q, LM71 (1) (0.200) +			Q, R (0.200) +		Q, fr (0.200)	
	+		T (0.500) +			EH, pp (1.000) +		EH, st (1.000)	
	+		EHD (1.000) +			Ev, pp (-0.300)			

12	EV-STR (1)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			G2 (1.000) +		RITIRO (1.000)	
	+		Q, LM71 (1) (0.200) +			Q, R (0.200) +		Q, fr (0.200)	
	+		T (0.500) +			EH, pp (0.300) +		EH, st (1.000)	
	+		EHD (0.300) +			Ev, pp (1.000)			

13	EV-STR (3)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			G2 (1.000) +		RITIRO (1.000)	
	+		Q, LM71 (1) (0.200) +			Q, R (0.200) +		Q, fr (0.200)	
	+		T (0.500) +			EH, pp (0.300) +		EH, st (1.000)	
	+		EHD (0.300) +			Ev, pp (-1.000)			

14	SLU-GEO-T (1)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			RITIRO (1.000) +		Q, R (0.860)	
	+		Q, fr (1.000) +			T (1.000) +		G1, st-GEO (1.000)	
	+		G2-GEO (1.300) +			Q, LM71-GEO (1) (1.000)			

15	SLU-GEO-T (3)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			RITIRO (1.000) +		Q, R (0.860)	
	+		Q, fr (1.000) +			T (1.000) +		G1, st-GEO (1.000)	
	+		G2-GEO (1.300) +			Q, LM71-GEO (1) (0.500)			

16	SLU-GEO-R (1)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			RITIRO (1.000) +		Q, R (1.150)	
	+		Q, fr (1.000) +			T (0.600) +		G1, st-GEO (1.000)	
	+		G2-GEO (1.300) +			Q, LM71-GEO (1) (1.000)			

17	SLU-GEO-R (3)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			RITIRO (1.000) +		Q, R (1.150)	
	+		Q, fr (1.000) +			T (0.600) +		G1, st-GEO (1.000)	
	+		G2-GEO (1.300) +			Q, LM71-GEO (1) (0.500)			

18	SLU-GEO-LM71 (1)	Active		Add					
			G1 (1.000) +			RITIRO (1.000) +		Q, R (0.860)	
	+		Q, fr (1.250) +			T (0.600) +		G1, st-GEO (1.000)	
	+		G2-GEO (1.300) +			Q, LM71-GEO (1) (1.250)			

19	SLU-GEO-LM71 (2)	Active		Add					

APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA:			TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	43 di 201

		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.860)
+		Q, fr (1.250) +		T (0.600) +		G1, st-GEO (1.000)
+		G2-GEO (1.300) +		Q, LM71-GEO (1) (0.625)		

20	SLU-GEO-LM71 (3)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.860)
+		Q, fr (1.250) +		T (0.600) +		G1, st-GEO (1.000)
+		G2-GEO (1.300) +		Q, LM71-GEO (2) (1.250)		

21	SLU-GEO-LM71 (4)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.860)
+		Q, fr (1.250) +		T (0.600) +		G1, st-GEO (1.000)
+		G2-GEO (1.300) +		Q, LM71-GEO (2) (0.625)		

22	EH-GEO (1)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.200)
+		Q, fr (0.200) +		T (0.500) +		EH, pp (1.000)
+		EHD (1.000) +		Ev, pp (0.300) +		G2-GEO (1.000)
+		EH, st-GEO (1.000) +		Q, LM71-GEO (1) (0.200)		

23	EH-GEO (3)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.200)
+		Q, fr (0.200) +		T (0.500) +		EH, pp (1.000)
+		EHD (1.000) +		Ev, pp (-0.300) +		G2-GEO (1.000)
+		EH, st-GEO (1.000) +		Q, LM71-GEO (1) (0.200)		

24	EV-GEO (1)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.200)
+		Q, fr (0.200) +		T (0.500) +		EH, pp (0.300)
+		EHD (0.300) +		Ev, pp (1.000) +		G2-GEO (1.000)
+		EH, st-GEO (1.000) +		Q, LM71-GEO (1) (0.200)		

25	EV-GEO (3)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.200)
+		Q, fr (0.200) +		T (0.500) +		EH, pp (0.300)
+		EHD (0.300) +		Ev, pp (-1.000) +		G2-GEO (1.000)
+		EH, st-GEO (1.000) +		Q, LM71-GEO (1) (0.200)		

26	SLE-QP	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		T (0.500)		

27	SLE-FR-T	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		T (0.600)		

28	SLE-FR-R	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		Q, R (0.750) +		T (0.500)

29	SLE-FR-LM71 (1)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		Q, LM71 (1) (0.800) +		Q, fr (0.800)
+		T (0.500)				

30	SLE-R-T (1)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		Q, LM71 (1) (0.640) +		Q, R (0.750)
+		Q, fr (0.640) +		T (1.000)		

31	SLE-R-R (1)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		Q, LM71 (1) (0.640) +		Q, R (1.000)
+		Q, fr (0.640) +		T (0.600)		

32	SLE-R-LM71 (1)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)
+		RITIRO (1.000) +		Q, LM71 (1) (0.800) +		Q, R (0.750)
+		Q, fr (0.800) +		T (0.600)		

33	SLE-R-LM71 (2)	Active	Add			
		G1 (1.000) +		G1, st (1.000) +		G2 (1.000)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.			TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	44 di 201

	+		RITIRO(1.000) +		Q,LM71(2)(0.800) +		Q,R(0.750)
	+		Q,fr(0.800) +		T(0.600)		

34	SLE-RARA (z)	Active	Add				
			G1(1.000) +		G1,st(1.000) +		G2(1.000)
	+		RITIRO(1.000) +		Q,LM71(1)(0.800) +		Q,R(0.750)

35	INV_SLUstr	Active	Envelope				
			SLU-STR-T(1)(1.000) +		SLU-STR-T(3)(1.000) +		SLU-STR-R(1)(1.000)
	+		SLU-STR-R(3)(1.000) +		SLU-STR-LM71(1)(1.000) +		SLU-STR-LM71(2)(1.000)
	+		SLU-STR-LM71(3)(1.000) +		SLU-STR-LM71(4)(1.000)		

36	INV_SLUgeo	Active	Envelope				
			SLU-GEO-T(1)(1.000) +		SLU-GEO-T(3)(1.000) +		SLU-GEO-R(1)(1.000)
	+		SLU-GEO-R(3)(1.000) +		SLU-GEO-LM71(1)(1.000) +		SLU-GEO-LM71(2)(1.000)
	+		SLU-GEO-LM71(3)(1.000) +		SLU-GEO-LM71(4)(1.000)		

37	INV-SLV-str	Active	Envelope				
			EH-STR(1)(1.000) +		EH-STR(3)(1.000) +		EV-STR(1)(1.000)
	+		EV-STR(3)(1.000) +		(1.000) +		(1.000)
	+		(1.000) +		(1.000)		

38	INV-SLV-geo	Active	Envelope				
			EH-GEO(1)(1.000) +		EH-GEO(3)(1.000) +		EV-GEO(1)(1.000)
	+		EV-GEO(3)(1.000) +		(1.000) +		(1.000)
	+		(1.000) +		(1.000)		

39	INV-SLE-FR	Active	Envelope				
			SLE-FR-T(1.000) +		SLE-FR-R(1.000) +		SLE-FR-LM71(1)(1.000)
	+		(1.000)				

40	INV-SLE-R	Active	Envelope				
			SLE-R-T(1)(1.000) +		SLE-R-R(1)(1.000) +		SLE-R-LM71(1)(1.000)
	+		SLE-R-LM71(2)(1.000) +		SLE-RARA (z)(1.000)		

8.3 MODELLAZIONE ADOTTATA

L'analisi della struttura si effettua attraverso una modellazione spaziale agli elementi finiti. Il programma di calcolo impiegato per le analisi strutturali è il Midas Gen 2011 ver.2.1,

APPALTATORE: <i>Mandatario:</i> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<i>Mandante:</i> 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: <i>Mandatario:</i> SYSTRA S.A.		<i>Mandante:</i> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 45 di 201

prodotto dalla Midas Information Technology Co. Ltd (licenza n. UG03-0748 rilasciata dalla Harpaceas alla Interprogetti srl).

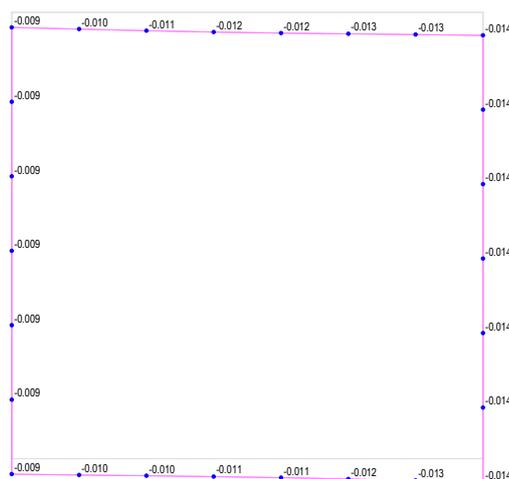
Lo scatolare in esame è stato modellato con un modello bidimensionale, stante l'angolo di incidenza con il rilevato ferroviario pari a 90° e la posizione dei binari che non consente ai carichi diffusi attraverso la copertura di generare concentrazioni di sollecitazione sui bordi della struttura.

Al fine della modellazione dei piedritti e dei traversi sono stati quindi utilizzati elementi beam. Per elementi beam si definisce compiutamente la sezione geometrica reale, nel caso in esame data dallo spessore dell'elemento in esame ed una profondità pari a 1.00m ovvero la fascia presa in considerazione, in modo da calcolare in via automatizzata le caratteristiche inerziali della sezione stessa. Successivamente ad ogni membratura si assegna il materiale di riferimento.

L'interazione con il terreno di fondazione è stata modellata con molle alla Winkler collegate alla controsoletta di rigidezza calcolata come precedentemente specificato.

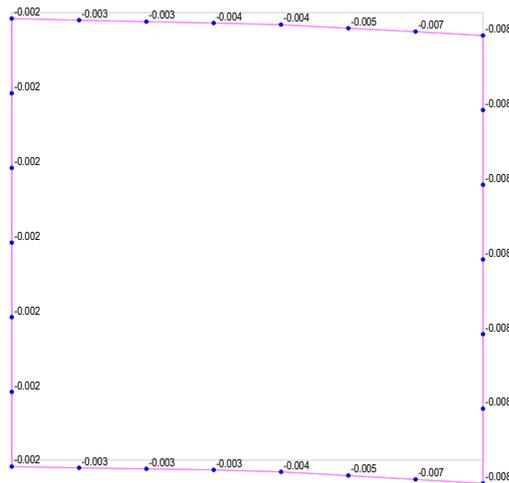
Nelle figure seguenti si mostra che le molle adottate sono sempre compresse sia in inviluppo SLU che in inviluppo SLV.

Deformazioni Dz in m per INV SLU



Deformazioni Dz in mm per INV SLV

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 46 di 201



I modelli di calcolo approntati prevedono diverse condizioni di carico dedotte sulla base dell'analisi dei carichi riportate in precedenza. Tali condizioni sono state poi combinate al fine di ottenere le combinazioni necessarie alle verifiche, secondo cui si modella e verifica la struttura nei confronti del collasso e del comportamento in esercizio della stessa.

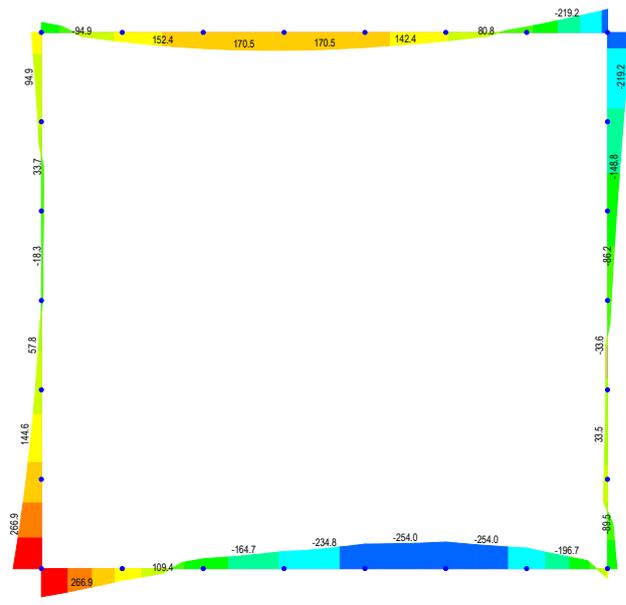
La gestione e la verifica delle analisi svolte avvengono mediante il controllo dei file di input e output che il software restituisce sia in forma grafica che in forma tabulare. I tabulati di output contengono le caratteristiche della sollecitazione, gli stati tensionali e deformativi durante le singole fasi costruttive e per le combinazioni di carico nonché le verifiche agli stati limite di tutte le sezioni.

La validazione delle modellazioni svolte e dei relativi risultati è stata eseguita comparando tali risultati con quelli derivanti da analisi semplificate effettuate con altri software e/o con schemi elementari di calcolo.

8.4 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 47 di 201



midas Gen
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

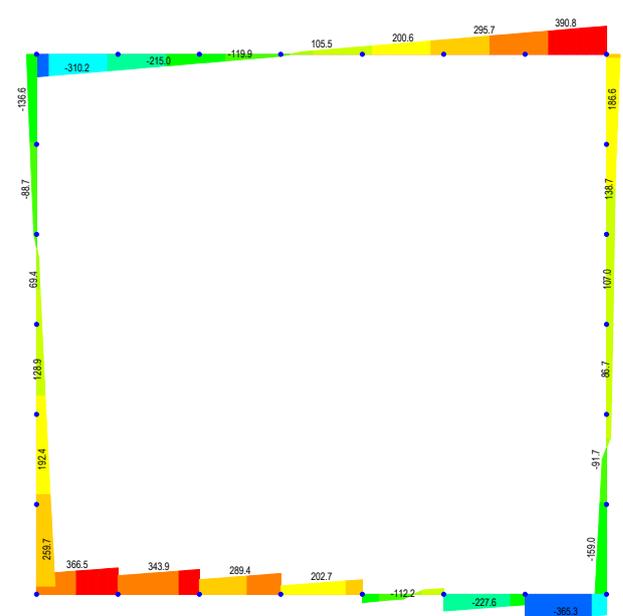
MOMENT-y	
266.88	
219.53	
172.17	
124.82	
77.46	
30.11	
0.00	
-64.61	
-111.96	
-159.32	
-206.67	
-254.03	

CBall: INV_SLUstr

MAX : 27
MIN : 25

FILE: SL_09_rev1~
UNIT: kN*m
DATE: 09/06/2018

Figura 20- Inviluppo Momenti SLU STR



midas Gen
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

SHEAR-z	
390.83	
322.09	
253.35	
184.61	
115.87	
47.14	
0.00	
-90.34	
-159.08	
-227.82	
-296.56	
-365.30	

CBall: INV_SLUstr

MAX : 10
MIN : 26

FILE: SL_09_rev1~
UNIT: kN
DATE: 09/06/2018

Figura 21-Inviluppo Tagli SLU STR

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 48 di 201

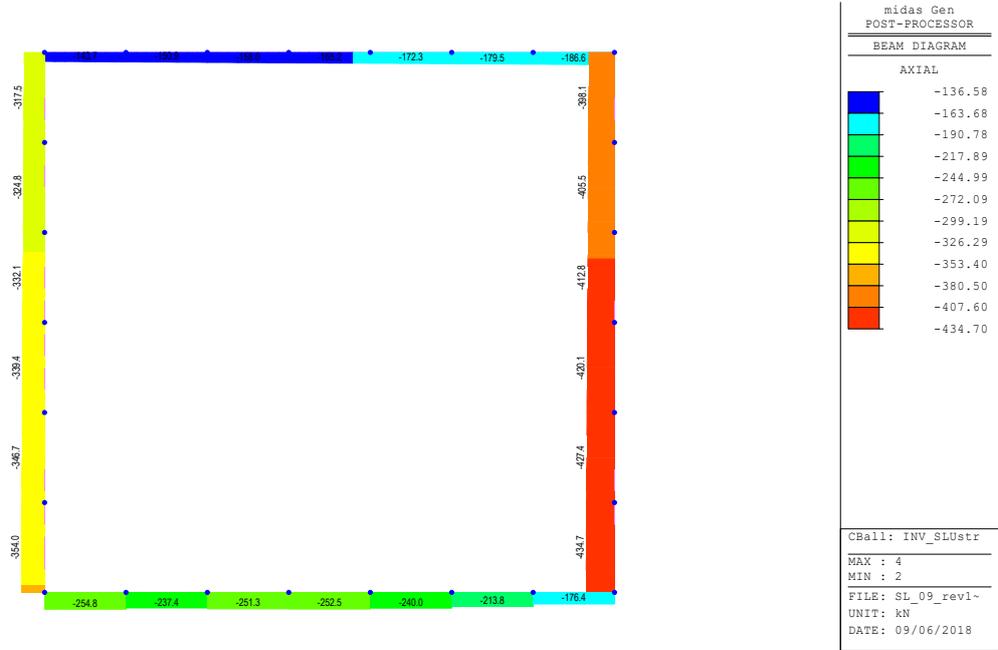


Figura 22- Involuppo Sforzo normale SLU STR

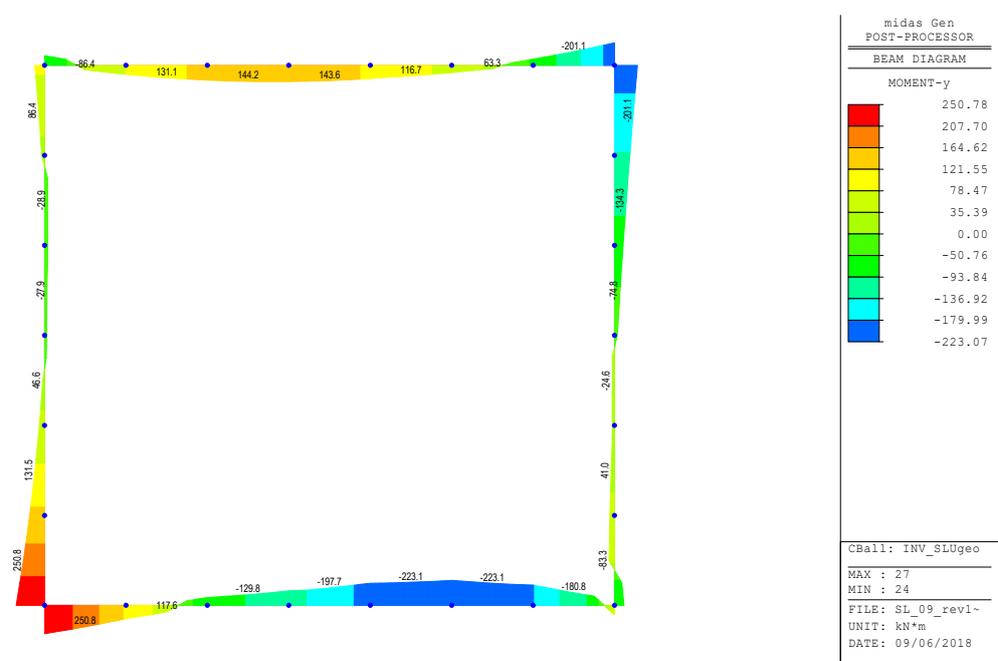
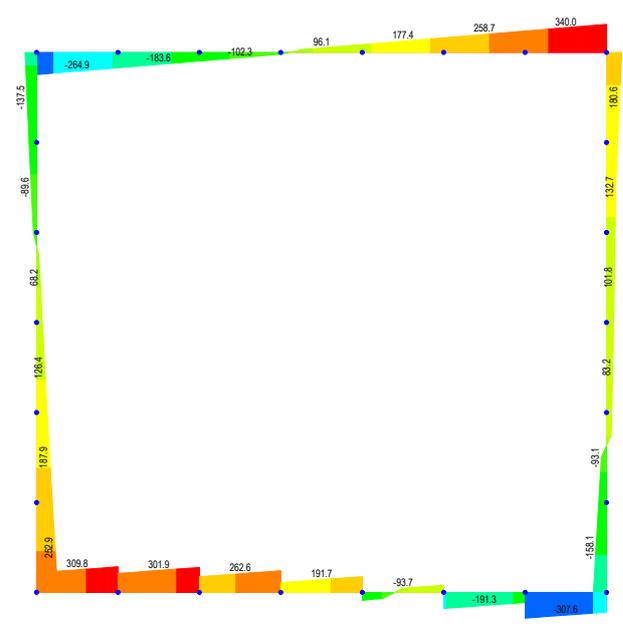


Figura 23- Involuppo Momenti SLU GEO

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 49 di 201



midas Gen
POST-PROCESSOR

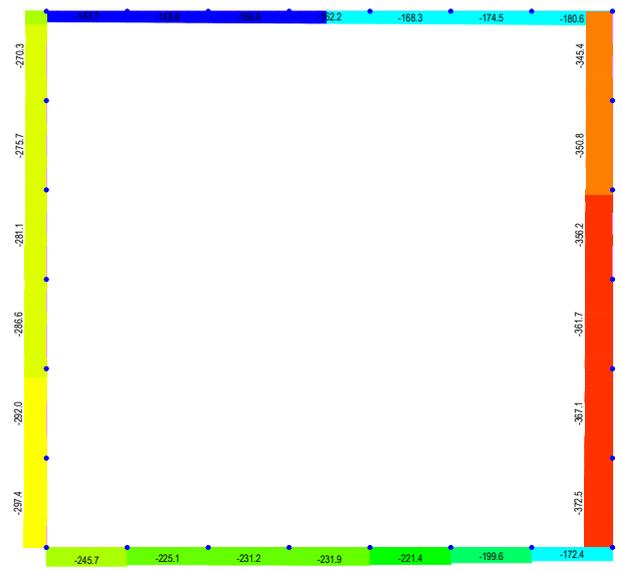
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

339.99
281.12
222.25
163.38
104.51
45.63
0.00
-72.11
-130.98
-189.85
-248.73
-307.60

CBall: INV_SLUgeo
MAX : 10
MIN : 26
FILE: SL_09_rev1-
UNIT: kN
DATE: 09/06/2018

Figura 24- Involuppo Tagli SLU GEO



midas Gen
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

AXIAL

-137.50
-158.87
-180.23
-201.59
-222.96
-244.32
-265.68
-287.04
-308.41
-329.77
-351.13
-372.49

CBall: INV_SLUgeo
MAX : 4
MIN : 2
FILE: SL_09_rev1-
UNIT: kN
DATE: 09/06/2018

Figura 25- Involuppo Sforzo normale SLU GEO

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 50 di 201

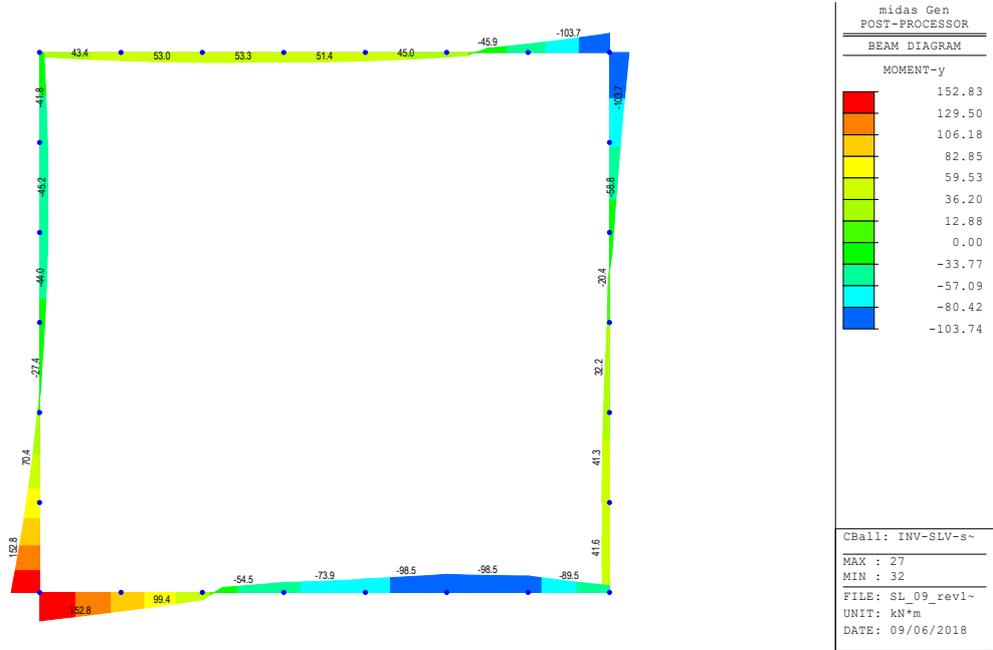


Figura 26- Involuppo Momenti SLV STR

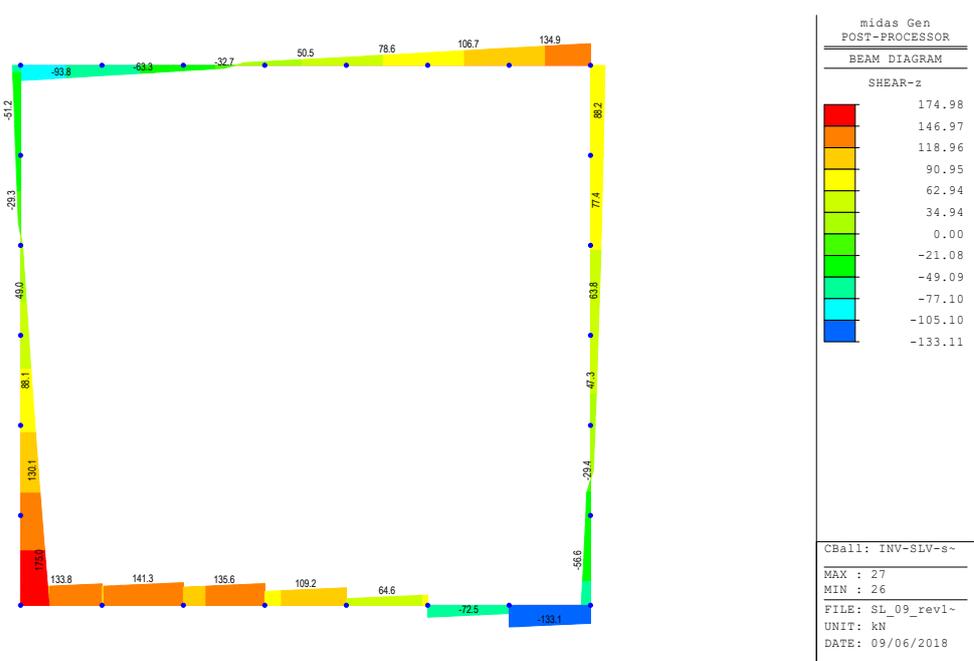


Figura 27- Involuppo Tagli SLV STR

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 51 di 201

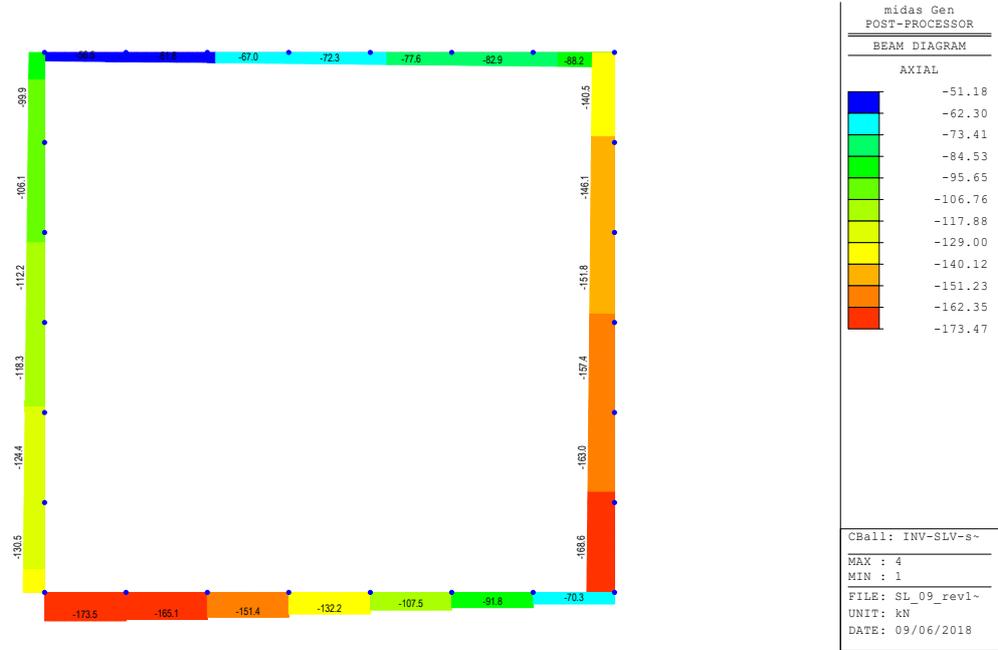


Figura 28- Involuppo Sforzo normale SLV STR

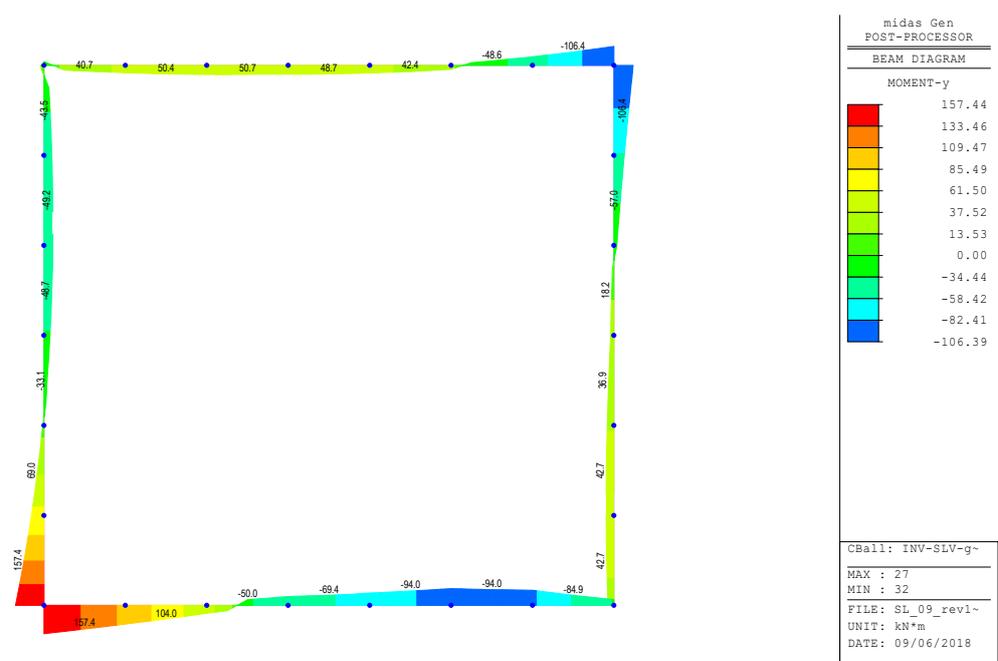


Figura 29- Involuppo Momenti SLV GEO

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 52 di 201

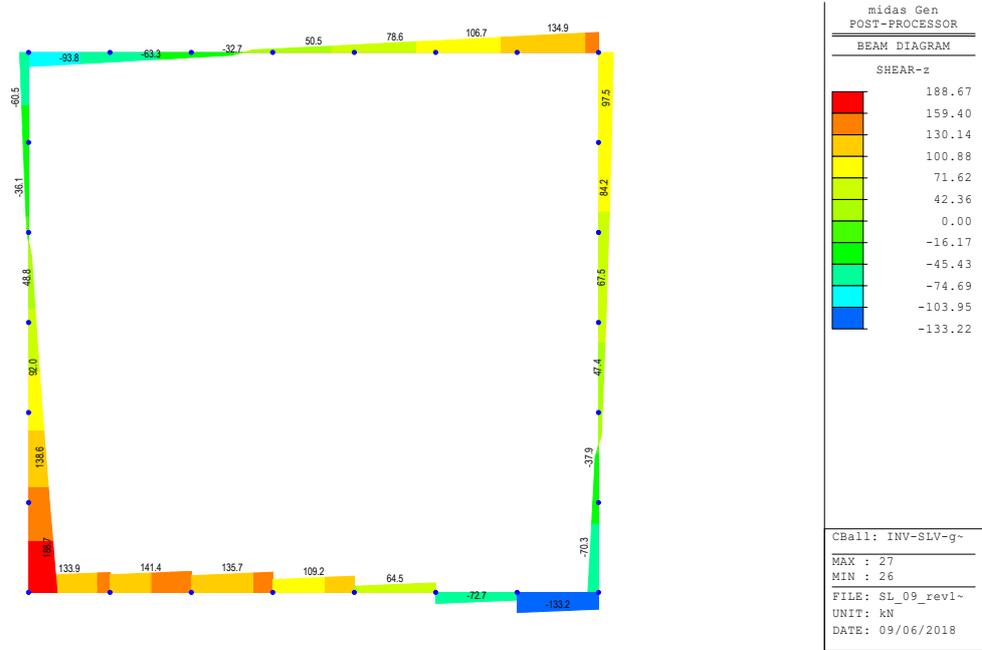


Figura 30- Involuppo Tagli SLV GEO

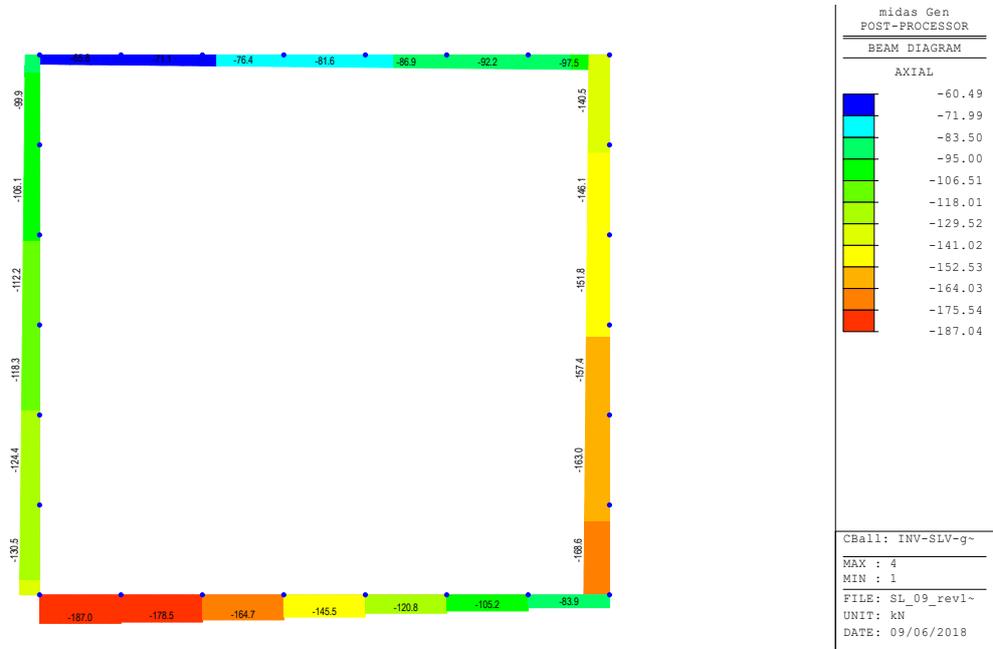


Figura 31- Involuppo Sforzo normale SLV GEO

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 53 di 201

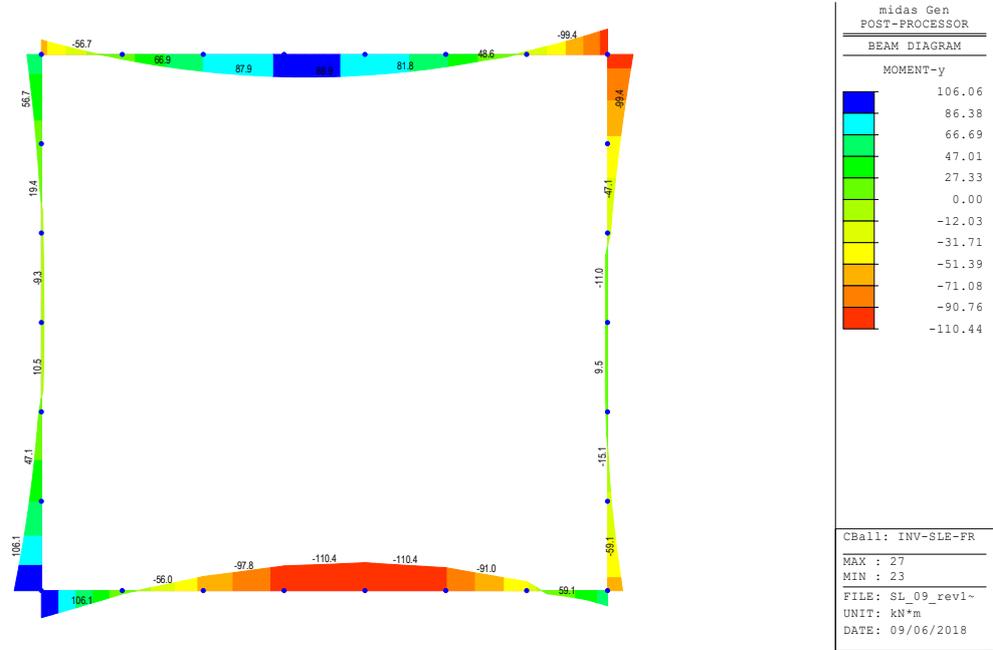


Figura 32- Involuppo Momento flettente-Combinazione frequente

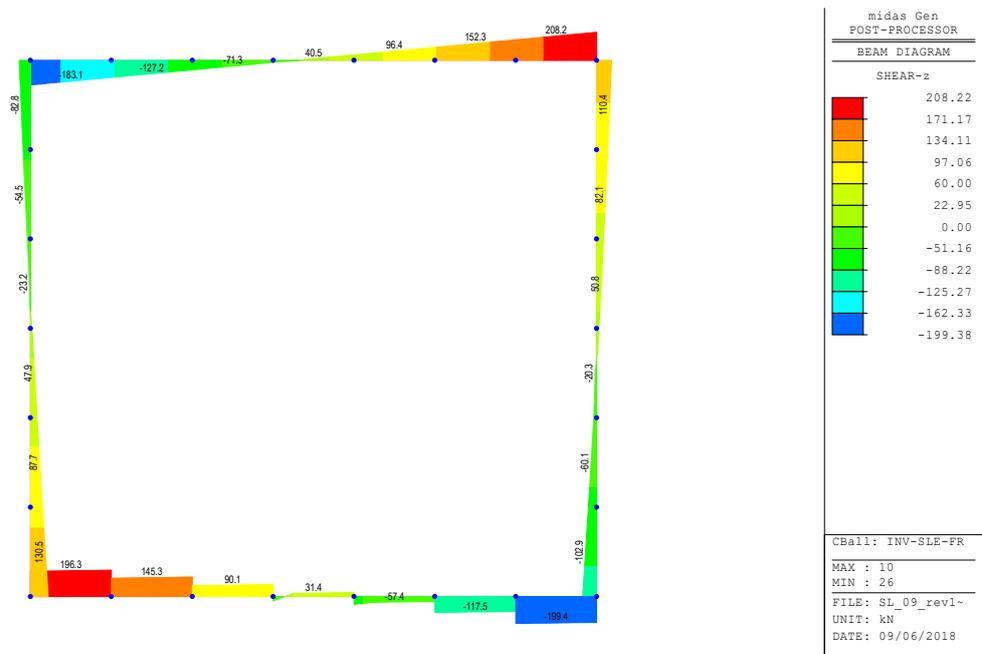


Figura 33- Involuppo Tagli-Combinazione frequente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 54 di 201

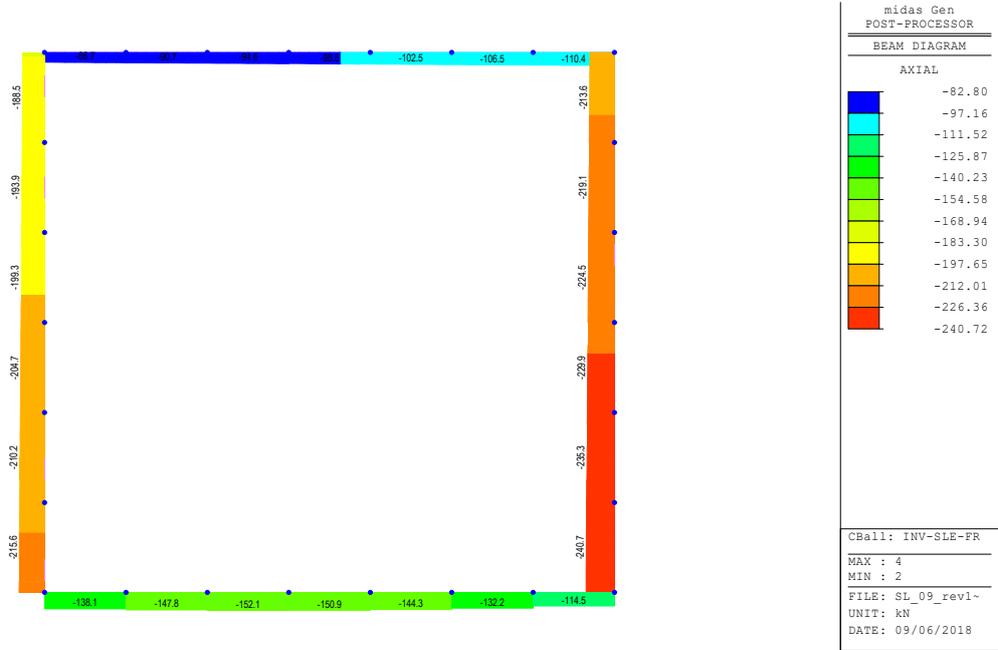


Figura 34- Involuppo Sforzi normali-Combinazione frequente

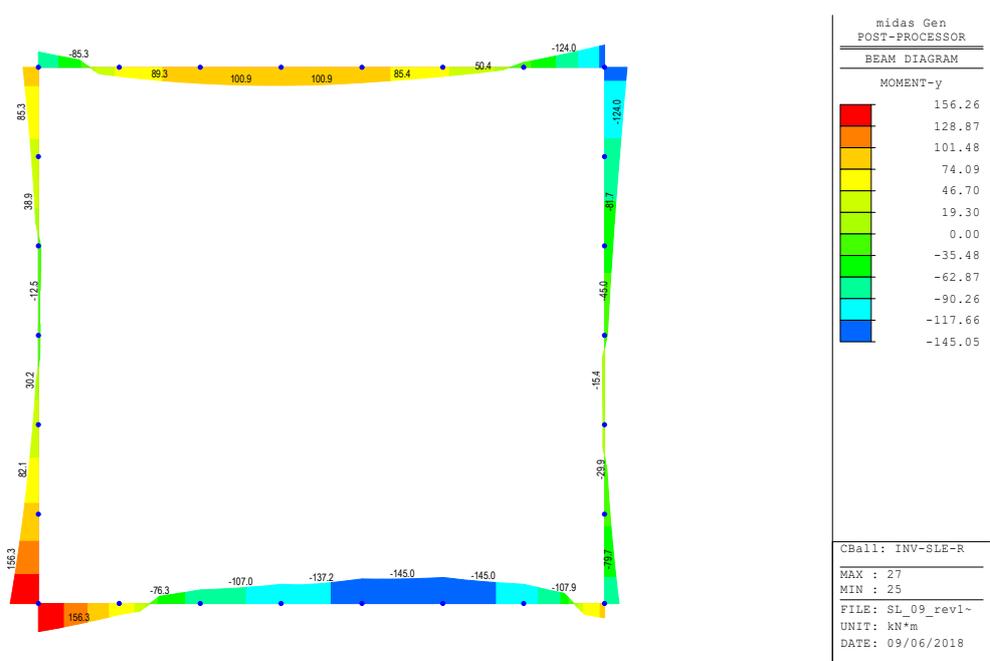


Figura 35- Involuppo Momento flettente-Combinazione rara

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA B 55 di 201

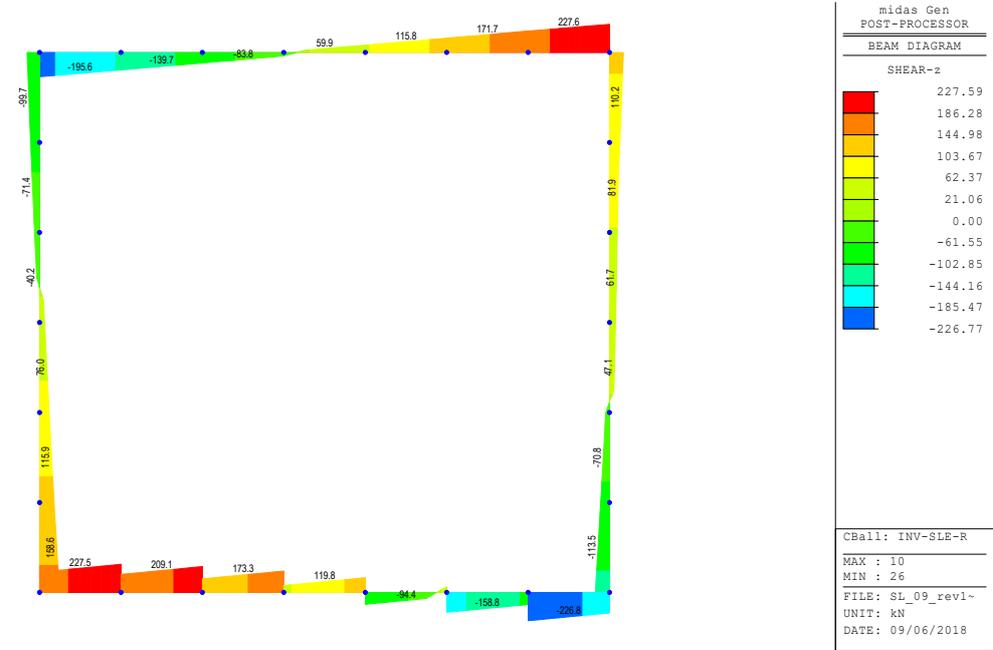


Figura 36- Involuppo Tagli-Combinazione rara

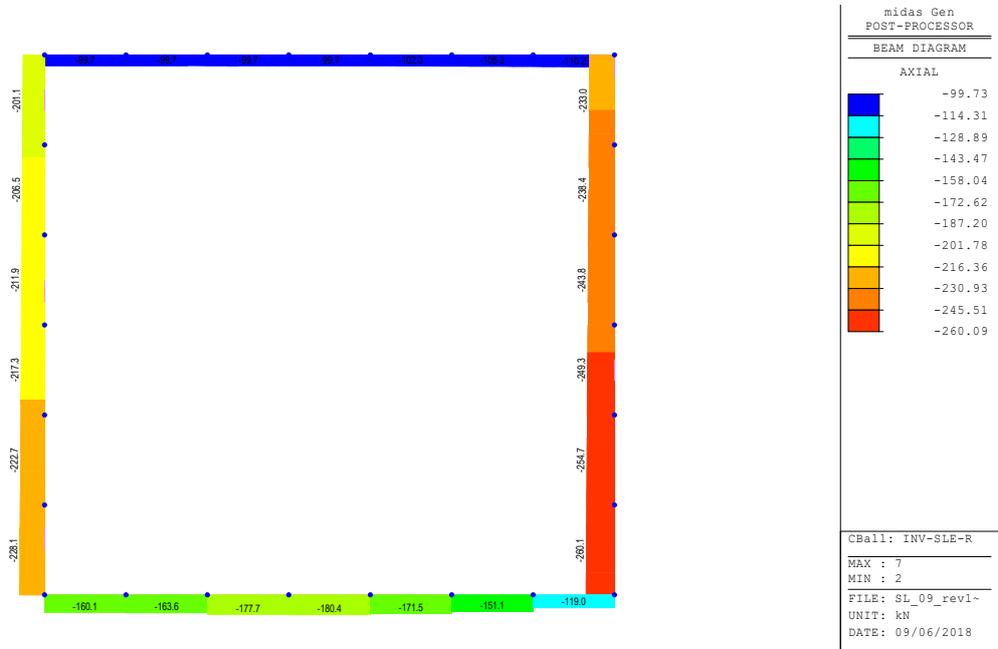


Figura 37- Involuppo Sforzi normali-Combinazione rara

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 56 di 201

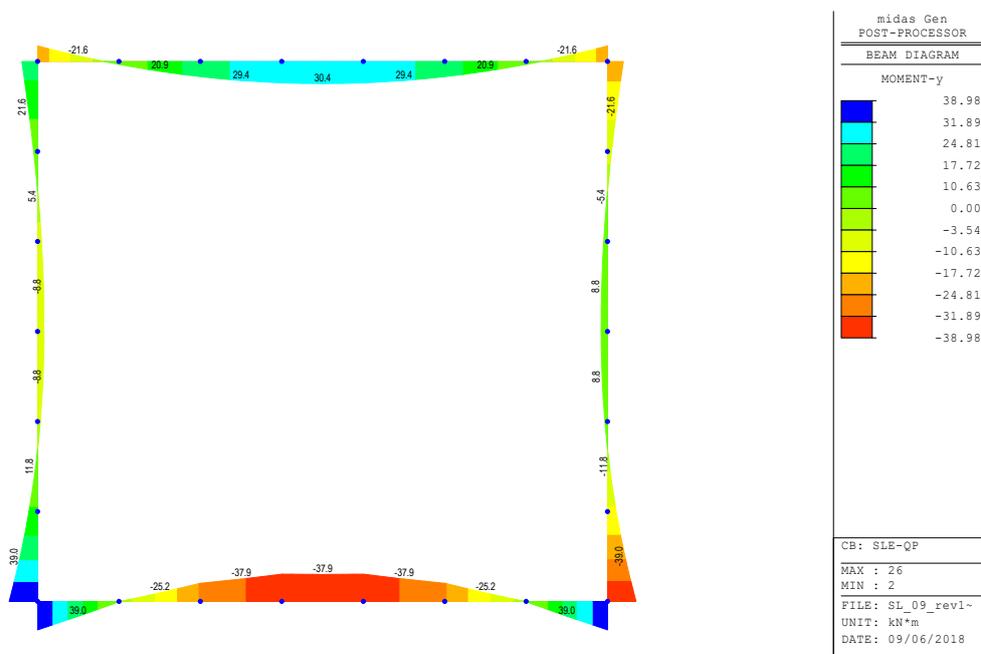


Figura 38- Involuppo Momento flettente-Combinazione quasi permanente

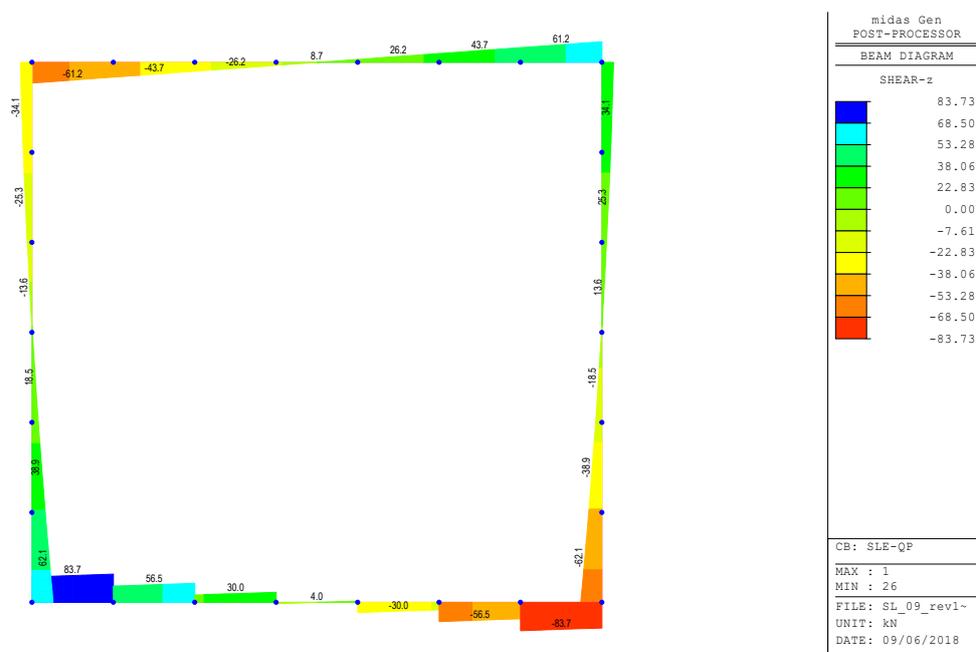


Figura 39- Involuppo Tagli-Combinazione quasi permanente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	57 di 201

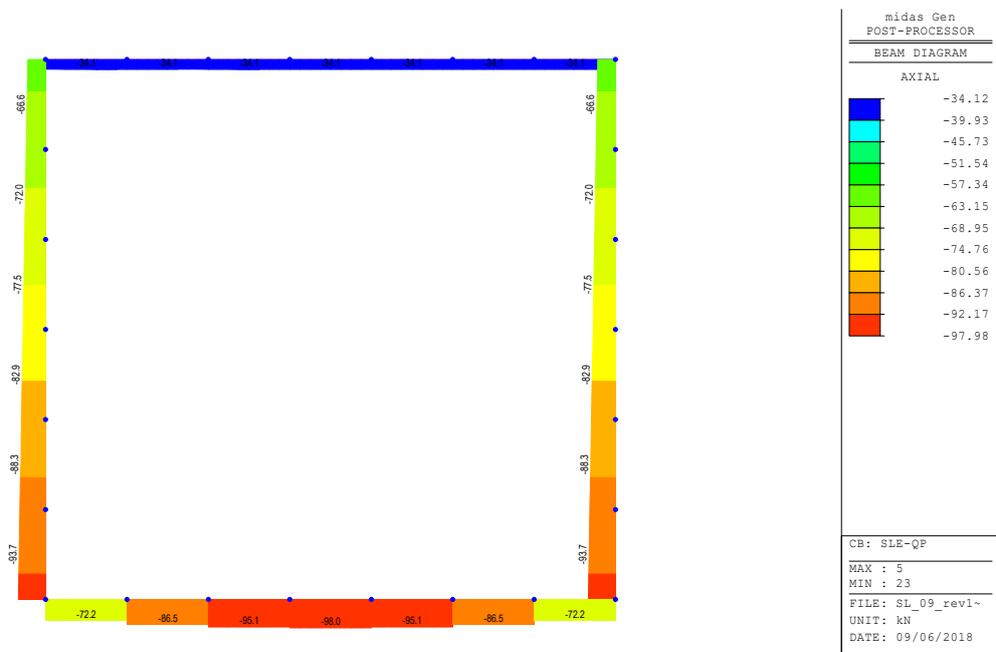


Figura 40- Involuppo Sforzi normali-Combinazione quasi permanente

8.5 VERIFICHE

Si riportano di seguito, i risultati delle verifiche più gravose agli SLU e SLE dei principali elementi strutturali, condotte nelle sezioni maggiormente sollecitate con i criteri di verifica precedentemente riportati.

8.5.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

8.5.1.1 Verifica a flessione e pressoflessione

Si riportano le verifiche più gravose sui piedritti e sui traversi.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 58 di 201

Elemento	z m	N KN	M KNm	V KN
Traversa superiore	0.00	-	-219.20	390.80
	1.90	-	170.50	105.50
	3.80	-	-219.20	390.80
Soletta di fondazione	0.00	-	266.90	366.50
	1.90	-	-254.00	202.70
	3.80	-	266.90	366.50
Piedritti	0.00	318.90	266.90	259.70
	1.85	412.80	-86.20	128.90
	3.70	398.10	219.20	186.60

Tabella 12 - Riepilogo sollecitazioni SLU/SLV

Traverso superiore

Ai fini della verifica a flessione nelle sezioni di estremità del traverso superiore si prevede l'utilizzo a m di 10 ϕ 20 superiormente e 10 ϕ 16 inferiormente. Nel seguito il dettaglio della verifica.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>59 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	59 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	59 di 201								

Verifica C.A. S.L.U. - File: Traverso superiore (estremità)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Traverso superiore (estremità)

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	31.42	7
			2	20.11	33

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

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C32/40**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd} -362.5 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 11.68 ‰
 d 33 cm
 x 7.607 x/d 0.2305
 δ 0.7282

Figura 41- Verifica a flessione sezione di estremità (traverso superiore)

Ai fini della verifica a flessione nella sezione di mezzeria del traverso superiore si prevede l'utilizzo a m di 5 $\phi 20$ superiormente e 10 $\phi 16$ inferiormente. Nel seguito il dettaglio della verifica.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>60 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	60 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	60 di 201								

Verifica C.A. S.L.U. - File: Traverso superiore (mezzeria)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Traverso superiore (mezzeria)

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	15.71	7
			2	20.11	33

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="170.5"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200,000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="18.13"/> ‰
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N° rett.
 Calcola MRd
 L₀ cm
 Precompresso

Figura 42 - Verifica a flessione sezione di mezzeria (traverso superiore)

Soletta di fondazione

Ai fini della verifica a flessione sulla soletta di fondazione si prevede l'utilizzo a m di 10 ϕ 20 sia superiormente che inferiormente. Nel seguito il dettaglio della verifica.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>61 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	61 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	61 di 201								

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta di fondazione (estremità)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Soletta di fondazione (estremità)

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	31.42	7
			2	31.42	43

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="266.9"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/>	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/>
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/>	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E_s	<input type="text" value="200,000"/>	f_{cd}	<input type="text" value="18.13"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/>
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/>	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N° rett.

 L₀ cm
 Precompresso

Figura 43-Verifica a flessione sezione di estremità (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>62 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	62 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	62 di 201								

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta di fondazione (mezzeria)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Soletta di fondazione (mezzeria)

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	31.42	7
			2	31.42	43

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

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-254"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/>	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/>
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/>	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E_s	<input type="text" value="200,000"/>	f_{cd}	<input type="text" value="18.13"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/>
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/>	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N° rett.

 L₀ cm
 Precompresso

Figura 44-Verifica a flessione sezione di mezzeria (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>63 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	63 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	63 di 201								

Piedritti

Ai fini della verifica a presso flessione si prevede l'utilizzo a m di 5 ϕ 20 lato interno per tutta l'altezza e di 10 ϕ 20 lato terreno in prossimità delle sezioni di estremità e di 5 ϕ 20 nella parte restante dell'elemento. Nel seguito il dettaglio della verifica.

Verifica C.A. S.L.U. - File: piedritti (spiccato)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **piedritti (spiccato)**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	15.71	7
			2	31.42	33

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipologia flessione
 Retta Deviata

Materiali
B450C **C32/40**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
 M_{xRd} 404.2 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 9.436 ‰
 d 33 cm
 x 8.928 x/d 0.2706
 δ 0.7782

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

Tipologia flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L_0 cm Col. modello

Precompresso

Figura 45-Verifica a presso flessione sezione di spiccato (piedritti)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>64 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	64 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	64 di 201								

Verifica C.A. S.L.U. - File: piedritti (mezzeria)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **piedritti (mezzeria)**

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	15.71	7
			2	31.42	33

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

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N _{Ed}	412.8	0	kN
M _{xEd}	-86.2	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200,000 N/mm²	f_{cd}	18.13
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8 ?
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

M_{xRd} -255.5 kN m

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 13 ‰
 d 33 cm
 x 6.999 x/d 0.2121
 δ 0.7051

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

Figura 46- Verifica a presso flessione sezione di mezzeria (piedritti)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>65 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	65 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	65 di 201								

Verifica C.A. S.L.U. - File: piedritti (testa)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : piedritti (testa)

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	15.71	7
			2	31.42	33

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	398.1	0	kN
M _{xEd}	219.2	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200,000 N/mm²	f_{cd}	18.13
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8 ?
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

M_{xRd} 414.2 kN m

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 8.975 ‰
 d 33 cm
 x 9.259 x/d 0.2806
 δ 0.7907

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

Figura 47- Verifica a presso flessione sezione di testa (piedritti)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>66 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	66 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	66 di 201								

8.5.1.2 Verifica a taglio

Si riportano le verifiche più gravose sui piedritti e sui traversi.

Traverso superiore

Ai fini della verifica a taglio sul traverso superiore si prevede l'utilizzo di staffe $\phi 14/30 \times 30$ in prossimità delle sezioni di estremità e di staffe $\phi 14/60 \times 60$ in prossimità della sezione di mezzeria. Nel seguito il dettaglio della verifica.

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008																							
Materiali	Geometria sezione																						
<table border="1"> <tr><td colspan="2">Calcestruzzo</td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td>40</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td>33.2</td></tr> <tr><td>fed [Mpa]</td><td>18.8</td></tr> <tr><td colspan="2">Acciaio</td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td>450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td>391.3</td></tr> </table>	Calcestruzzo		Rck [Mpa]	40	fck [Mpa]	33.2	fed [Mpa]	18.8	Acciaio		fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391.3	<table border="1"> <tr><td>b [mm]</td><td>1000</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td>400</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td>70</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td>330</td></tr> </table>	b [mm]	1000	h [mm]	400	c [mm]	70	d [mm]	330
Calcestruzzo																							
Rck [Mpa]	40																						
fck [Mpa]	33.2																						
fed [Mpa]	18.8																						
Acciaio																							
fyk [Mpa]	450																						
fyd [Mpa]	391.3																						
b [mm]	1000																						
h [mm]	400																						
c [mm]	70																						
d [mm]	330																						
<table border="1"> <tr><td>k</td><td>1.78</td></tr> <tr><td>v_{min}</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>ρ_l</td><td>0.0095</td></tr> <tr><td>σ_{cp}</td><td>0.0000</td></tr> </table>	k	1.78	v _{min}	0.48	ρ_l	0.0095	σ_{cp}	0.0000	Armatura longitudinale														
k	1.78																						
v _{min}	0.48																						
ρ_l	0.0095																						
σ_{cp}	0.0000																						
<table border="1"> <tr><td>ν</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>$(\sigma_{cp})^*$</td><td>0</td></tr> <tr><td>α_c</td><td>1</td></tr> <tr><td>ω_{sw}</td><td>0.036</td></tr> <tr><td>cotgθ</td><td>3.616</td></tr> <tr><td>cotgθ^*</td><td>2.500</td></tr> </table>	ν	0.5	$(\sigma_{cp})^*$	0	α_c	1	ω_{sw}	0.036	cotg θ	3.616	cotg θ^*	2.500	<table border="1"> <tr><td>n° barre</td><td>10</td></tr> <tr><td>diametro</td><td>20</td></tr> <tr><td>Area [mm²]</td><td>3140</td></tr> </table>	n° barre	10	diametro	20	Area [mm ²]	3140				
ν	0.5																						
$(\sigma_{cp})^*$	0																						
α_c	1																						
ω_{sw}	0.036																						
cotg θ	3.616																						
cotg θ^*	2.500																						
n° barre	10																						
diametro	20																						
Area [mm ²]	3140																						
	Armatura trasversale																						
	<table border="1"> <tr><td>Staffe Φ</td><td>14</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td>3.33</td></tr> <tr><td>A_{sw} [mm²]</td><td>512.3538</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td>300</td></tr> </table>	Staffe Φ	14	n° bracci	3.33	A _{sw} [mm ²]	512.3538	s [mm]	300														
Staffe Φ	14																						
n° bracci	3.33																						
A _{sw} [mm ²]	512.3538																						
s [mm]	300																						
	Sollecitazioni di calcolo																						
	<table border="1"> <tr><td>N_{Ed} [kN]</td><td>0</td></tr> <tr><td>V_{Ed} [kN]</td><td>390.8</td></tr> </table>	N _{Ed} [kN]	0	V _{Ed} [kN]	390.8																		
N _{Ed} [kN]	0																						
V _{Ed} [kN]	390.8																						
	VERIFICA																						
	Sezione non armata a taglio																						
	<table border="1"> <tr><td>V_{Rd} [kN]</td><td>222.64</td></tr> <tr><td></td><td style="background-color: #ff0000; color: white; text-align: center;">Armare!!!</td></tr> </table>	V _{Rd} [kN]	222.64		Armare!!!																		
V _{Rd} [kN]	222.64																						
	Armare!!!																						
	Sezione armata a taglio																						
	Crisi armatura a taglio																						
	<table border="1"> <tr><td>V_{Rsd} [kN]</td><td>496.20</td></tr> <tr><td>V_{Rcd} [kN]</td><td>963.37</td></tr> <tr><td>V_{Rd} [kN]</td><td>496.20</td></tr> <tr><td></td><td style="background-color: #00ff00; text-align: center;">Verificato</td></tr> </table>	V _{Rsd} [kN]	496.20	V _{Rcd} [kN]	963.37	V _{Rd} [kN]	496.20		Verificato														
V _{Rsd} [kN]	496.20																						
V _{Rcd} [kN]	963.37																						
V _{Rd} [kN]	496.20																						
	Verificato																						

Figura 48- Verifica a taglio sezione di estremità (traverso superiore)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>67 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	67 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	67 di 201								

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

Materiali

Calcestruzzo	
Rck [Mpa]	40
fck [Mpa]	33.2
fed [Mpa]	18.8

Acciaio	
fyk [Mpa]	450
fyd [Mpa]	391.3

k	1.78
v _{min}	0.48
ρ _l	0.0061
σ _{cp}	0.0000

ν	0.5
(σ _{cp}) [*]	0
α _c	1
ω _{sw}	0.009
cotgθ	7.433
cotgθ [*]	2.500

Geometria sezione

b [mm]	1000
h [mm]	400
c [mm]	70
d [mm]	330

Armatura longitudinale

n° barre	10
diametro	16
Area [mm ²]	2009.6

Armatura trasversale

Staffe Φ	14
n° bracci	1.666666667
A _{sw} [mm ²]	256.4333333
s [mm]	600

Sollecitazioni di calcolo

N _{Ed} [kN]	0
V _{Ed} [kN]	105.5

VERIFICA

Sezione non armata a taglio	
V _{Rd} [kN]	191.86
	Verificato
Sezione armata a taglio	
Crisi armatura a taglio	
V _{Rsd} [kN]	124.18
V _{Rcd} [kN]	963.37
V _{Rd} [kN]	124.18
	Verificato

Figura 49- Verifica a taglio sezione di mezzeria (traverso superiore)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>68 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	68 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	68 di 201								

Soletta di fondazione

Ai fini della verifica a taglio sulla soletta di fondazione si prevede l'utilizzo di staffe $\phi 12/30 \times 30$. Nel seguito il dettaglio della verifica.

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008																																																													
Materiali	Geometria sezione																																																												
<table border="1"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e6e6e6;">Calcestruzzo</th> </tr> <tr> <td>Rck [Mpa]</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td>fck [Mpa]</td> <td style="text-align: center;">33.2</td> </tr> <tr> <td>fed [Mpa]</td> <td style="text-align: center;">18.8</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e6e6e6;">Acciaio</th> </tr> <tr> <td>fyk [Mpa]</td> <td style="text-align: center;">450</td> </tr> <tr> <td>fyd [Mpa]</td> <td style="text-align: center;">391.3</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>k</td> <td style="text-align: center;">1.68</td> </tr> <tr> <td>v_{min}</td> <td style="text-align: center;">0.44</td> </tr> <tr> <td>ρ_l</td> <td style="text-align: center;">0.0073</td> </tr> <tr> <td>σ_{ep}</td> <td style="text-align: center;">0.0000</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>ν</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> <tr> <td>$(\sigma_{ep})^*$</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>α_c</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>ω_{sw}</td> <td style="text-align: center;">0.026</td> </tr> <tr> <td>cotgθ</td> <td style="text-align: center;">4.259</td> </tr> <tr> <td>cotgθ^*</td> <td style="text-align: center;">2.500</td> </tr> </table>	Calcestruzzo		Rck [Mpa]	40	fck [Mpa]	33.2	fed [Mpa]	18.8	Acciaio		fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391.3	k	1.68	v _{min}	0.44	ρ_l	0.0073	σ_{ep}	0.0000	ν	0.5	$(\sigma_{ep})^*$	0	α_c	1	ω_{sw}	0.026	cotg θ	4.259	cotg θ^*	2.500	<table border="1"> <tr> <td>b [mm]</td> <td style="text-align: center;">1000</td> </tr> <tr> <td>h [mm]</td> <td style="text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td>c [mm]</td> <td style="text-align: center;">70</td> </tr> <tr> <td>d [mm]</td> <td style="text-align: center;">430</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #0070c0; color: white;">Armatura longitudinale</th> </tr> <tr> <td>n° barre</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>diametro</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>Area [mm²]</td> <td style="text-align: center;">3140</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #0070c0; color: white;">Armatura trasversale</th> </tr> <tr> <td>Staffe Φ</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>n° bracci</td> <td style="text-align: center;">3.333333333</td> </tr> <tr> <td>A_{sw} [mm²]</td> <td style="text-align: center;">376.8</td> </tr> <tr> <td>s [mm]</td> <td style="text-align: center;">300</td> </tr> </table>	b [mm]	1000	h [mm]	500	c [mm]	70	d [mm]	430	Armatura longitudinale		n° barre	10	diametro	20	Area [mm ²]	3140	Armatura trasversale		Staffe Φ	12	n° bracci	3.333333333	A _{sw} [mm ²]	376.8	s [mm]	300
Calcestruzzo																																																													
Rck [Mpa]	40																																																												
fck [Mpa]	33.2																																																												
fed [Mpa]	18.8																																																												
Acciaio																																																													
fyk [Mpa]	450																																																												
fyd [Mpa]	391.3																																																												
k	1.68																																																												
v _{min}	0.44																																																												
ρ_l	0.0073																																																												
σ_{ep}	0.0000																																																												
ν	0.5																																																												
$(\sigma_{ep})^*$	0																																																												
α_c	1																																																												
ω_{sw}	0.026																																																												
cotg θ	4.259																																																												
cotg θ^*	2.500																																																												
b [mm]	1000																																																												
h [mm]	500																																																												
c [mm]	70																																																												
d [mm]	430																																																												
Armatura longitudinale																																																													
n° barre	10																																																												
diametro	20																																																												
Area [mm ²]	3140																																																												
Armatura trasversale																																																													
Staffe Φ	12																																																												
n° bracci	3.333333333																																																												
A _{sw} [mm ²]	376.8																																																												
s [mm]	300																																																												
Sollecitazioni di calcolo	VERIFICA																																																												
<table border="1"> <tr> <td>N_{Ed} [kN]</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>V_{Ed} [kN]</td> <td style="text-align: center;">366.5</td> </tr> </table>	N _{Ed} [kN]	0	V _{Ed} [kN]	366.5	<table border="1"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #0070c0; color: white;">Sezione non armata a taglio</th> </tr> <tr> <td>V_{Rd} [kN]</td> <td style="text-align: center;">251.19</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: red; color: white;">Armare!!!</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #0070c0; color: white;">Sezione armata a taglio</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #c6efce;">Crisi armatura a taglio</th> </tr> <tr> <td>V_{Rsd} [kN]</td> <td style="text-align: center;">475.51</td> </tr> <tr> <td>V_{Rcd} [kN]</td> <td style="text-align: center;">1255.30</td> </tr> <tr> <td>V_{Rd} [kN]</td> <td style="text-align: center;">475.51</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: green; color: white;">Verificato</td> </tr> </table>	Sezione non armata a taglio		V _{Rd} [kN]	251.19		Armare!!!	Sezione armata a taglio		Crisi armatura a taglio		V _{Rsd} [kN]	475.51	V _{Rcd} [kN]	1255.30	V _{Rd} [kN]	475.51		Verificato																																						
N _{Ed} [kN]	0																																																												
V _{Ed} [kN]	366.5																																																												
Sezione non armata a taglio																																																													
V _{Rd} [kN]	251.19																																																												
	Armare!!!																																																												
Sezione armata a taglio																																																													
Crisi armatura a taglio																																																													
V _{Rsd} [kN]	475.51																																																												
V _{Rcd} [kN]	1255.30																																																												
V _{Rd} [kN]	475.51																																																												
	Verificato																																																												

Figura 50- Verifica a taglio sezione di estremità (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>69 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	69 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	69 di 201								

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

Materiali

Calcestruzzo	
Rck [Mpa]	40
fck [Mpa]	33.2
fed [Mpa]	18.8

Acciaio	
fyk [Mpa]	450
fyd [Mpa]	391.3

k	1.68
v _{min}	0.44
ρ _l	0.0073
σ _{cp}	0.0000

ν	0.5
(σ _{cp}) [*]	0
α _c	1
ω _{sw}	0.026
cotgθ	4.259
cotgθ [*]	2.500

Geometria sezione

b [mm]	1000
h [mm]	500
c [mm]	70
d [mm]	430

Armatura longitudinale

n° barre	10
diametro	20
Area [mm ²]	3140

Armatura trasversale

Staffe Φ	12
n° bracci	3.33333333
A _{sw} [mm ²]	376.8
s [mm]	300

Sollecitazioni di calcolo

N _{Ed} [kN]	0
V _{Ed} [kN]	202.7

VERIFICA

Sezione non armata a taglio	
V _{Rd} [kN]	251.19
	Verificato
Sezione armata a taglio	
Crisi armatura a taglio	
V _{Rsd} [kN]	475.51
V _{Rcd} [kN]	1255.30
V _{Rd} [kN]	475.51
	Verificato

Figura 51- Verifica a taglio sezione di mezzera (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	70 di 201

Piedritti

Ai fini della verifica a taglio sui piedritti si prevede l'utilizzo di staffe ϕ 12/30x30. Nel seguito il dettaglio della verifica.

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008																	
Materiali	Geometria sezione																
<table border="1"> <tr><td colspan="2">Calcestruzzo</td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td>40</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td>33.2</td></tr> <tr><td>fed [Mpa]</td><td>18.8</td></tr> </table>	Calcestruzzo		Rck [Mpa]	40	fck [Mpa]	33.2	fed [Mpa]	18.8	<table border="1"> <tr><td>b [mm]</td><td>1000</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td>400</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td>70</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td>330</td></tr> </table>	b [mm]	1000	h [mm]	400	c [mm]	70	d [mm]	330
Calcestruzzo																	
Rck [Mpa]	40																
fck [Mpa]	33.2																
fed [Mpa]	18.8																
b [mm]	1000																
h [mm]	400																
c [mm]	70																
d [mm]	330																
<table border="1"> <tr><td colspan="2">Acciaio</td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td>450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td>391.3</td></tr> </table>	Acciaio		fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391.3	Armatura longitudinale										
Acciaio																	
fyk [Mpa]	450																
fyd [Mpa]	391.3																
<table border="1"> <tr><td>k</td><td>1.78</td></tr> <tr><td>v_{min}</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>ρ_l</td><td>0.0095</td></tr> <tr><td>σ_{ep}</td><td>0.0000</td></tr> </table>	k	1.78	v _{min}	0.48	ρ_l	0.0095	σ_{ep}	0.0000	<table border="1"> <tr><td>n° barre</td><td>10</td></tr> <tr><td>diametro</td><td>20</td></tr> <tr><td>Area [mm²]</td><td>3140</td></tr> </table>	n° barre	10	diametro	20	Area [mm ²]	3140		
k	1.78																
v _{min}	0.48																
ρ_l	0.0095																
σ_{ep}	0.0000																
n° barre	10																
diametro	20																
Area [mm ²]	3140																
<table border="1"> <tr><td>ν</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>(σ_{cp})[*]</td><td>0</td></tr> <tr><td>α_c</td><td>1</td></tr> <tr><td>ω_{sw}</td><td>0.026</td></tr> <tr><td>cotgθ</td><td>4.259</td></tr> <tr><td>cotgθ[*]</td><td>2.500</td></tr> </table>	ν	0.5	(σ_{cp}) [*]	0	α_c	1	ω_{sw}	0.026	cotg θ	4.259	cotg θ [*]	2.500	Armatura trasversale				
ν	0.5																
(σ_{cp}) [*]	0																
α_c	1																
ω_{sw}	0.026																
cotg θ	4.259																
cotg θ [*]	2.500																
	<table border="1"> <tr><td>Staffe Φ</td><td>12</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td>3.333333333</td></tr> <tr><td>A_{sw} [mm²]</td><td>376.8</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td>300</td></tr> </table>	Staffe Φ	12	n° bracci	3.333333333	A _{sw} [mm ²]	376.8	s [mm]	300								
Staffe Φ	12																
n° bracci	3.333333333																
A _{sw} [mm ²]	376.8																
s [mm]	300																
	Sollecitazioni di calcolo																
	<table border="1"> <tr><td>N_{Ed} [kN]</td><td>0</td></tr> <tr><td>V_{Ed} [kN]</td><td>259.7</td></tr> </table>	N _{Ed} [kN]	0	V _{Ed} [kN]	259.7												
N _{Ed} [kN]	0																
V _{Ed} [kN]	259.7																
	VERIFICA																
	Sezione non armata a taglio																
	<table border="1"> <tr><td>V_{Rd} [kN]</td><td>222.64</td></tr> <tr><td></td><td style="background-color: #f2dede;">Armare!!!</td></tr> </table>	V _{Rd} [kN]	222.64		Armare!!!												
V _{Rd} [kN]	222.64																
	Armare!!!																
	Sezione armata a taglio																
	Crisi armatura a taglio																
	<table border="1"> <tr><td>V_{Rsd} [kN]</td><td>364.92</td></tr> <tr><td>V_{Rcd} [kN]</td><td>963.37</td></tr> </table>	V _{Rsd} [kN]	364.92	V _{Rcd} [kN]	963.37												
V _{Rsd} [kN]	364.92																
V _{Rcd} [kN]	963.37																
	<table border="1"> <tr><td>V_{Rd} [kN]</td><td>364.92</td></tr> <tr><td></td><td style="background-color: #d9ead3;">Verificato</td></tr> </table>	V _{Rd} [kN]	364.92		Verificato												
V _{Rd} [kN]	364.92																
	Verificato																

Figura 52- Verifica a taglio sezione di spiccato (piedritti)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>71 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	71 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	71 di 201								

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

Materiali

Calcestruzzo	
Rck [Mpa]	40
fck [Mpa]	33.2
fed [Mpa]	18.8

Acciaio	
fyk [Mpa]	450
fyd [Mpa]	391.3

k	1.78
v _{min}	0.48
ρ _l	0.0048
σ _{cp}	0.0000

ν	0.5
(σ _{cp}) [*]	0
α _c	1
ω _{sw}	0.026
cotgθ	4.259
cotgθ [*]	2.500

Geometria sezione

b [mm]	1000
h [mm]	400
c [mm]	70
d [mm]	330

Armatura longitudinale

n° barre	5
diametro	20
Area [mm ²]	1570

Armatura trasversale

Staffe Φ	12
n° bracci	3.33333333
A _{sw} [mm ²]	376.8
s [mm]	300

Sollecitazioni di calcolo

N _{Ed} [kN]	0
V _{Ed} [kN]	128.9

VERIFICA

Sezione non armata a taglio

V _{Rd} [kN]	176.71
	Verificato

Sezione armata a taglio

Crisi armatura a taglio

V _{Rsd} [kN]	364.92
V _{Rcd} [kN]	963.37
V _{Rd} [kN]	364.92
	Verificato

Figura 53- Verifica a taglio sezione di mezzeria (piedritti)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>72 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	72 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	72 di 201								

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

Materiali

Calcestruzzo	
Rck [Mpa]	40
fck [Mpa]	33.2
fed [Mpa]	18.8

Acciaio	
fyk [Mpa]	450
fyd [Mpa]	391.3

k	1.78
v _{min}	0.48
ρ _l	0.0095
σ _{cp}	0.0000

ν	0.5
(σ _{cp}) [*]	0
α _c	1
ω _{sw}	0.026
cotgθ	4.259
cotgθ [*]	2.500

Geometria sezione

b [mm]	1000
h [mm]	400
c [mm]	70
d [mm]	330

Armatura longitudinale

n° barre	10
diametro	20
Area [mm ²]	3140

Armatura trasversale

Staffe Φ	12
n° bracci	3.33333333
A _{sw} [mm ²]	376.8
s [mm]	300

Sollecitazioni di calcolo

N _{Ed} [kN]	0
V _{Ed} [kN]	186.6

VERIFICA

Sezione non armata a taglio	
V _{Rd} [kN]	222.64
	Verificato
Sezione armata a taglio	
Crisi armatura a taglio	
V _{Rsd} [kN]	364.92
V _{Rcd} [kN]	963.37
V _{Rd} [kN]	364.92
	Verificato

Figura 54- Verifica a taglio sezione di testa (piedritti)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 73 di 201

8.5.2 Verifiche agli Stati Limite D'esercizio

8.5.2.1 Verifica alle tensioni

Nel seguito si riportata la verifica alle tensioni per la combinazione di carico quasi permanente e rara, eseguita nelle sezioni più significative, ovvero le estremità degli elementi e nella mezzeria degli stessi.

Elemento	Combinazione	z m	N KN	Mx KNm	σ_c Mpa	$\sigma_{c,lim}$ Mpa	Verifica
Traversa superiore	Quasi permanente	-21.60	-	-21.60	0.86	13.28	ok
		30.40	-	30.40	1.31	13.28	ok
		-21.60	-	-21.60	0.86	13.28	ok
	Rara	-124.00	-	-124.00	4.93	18.26	ok
		100.90	-	100.90	4.36	18.26	ok
		-124.00	-	-124.00	4.93	18.26	ok
Soletta di fondazione	Quasi permanente	39.00	-	39.00	1.08	13.28	ok
		-37.90	-	-37.90	1.06	13.28	ok
		39.00	-	39.00	1.08	13.28	ok
	Rara	156.30	-	156.30	4.36	18.26	ok
		-145.00	-	-145.00	4.04	18.26	ok
		156.30	-	156.30	4.36	18.26	ok
Piedritti	Quasi permanente	39.00	93.70	39.00	1.80	13.28	ok
		-8.80	77.50	-8.80	0.40	13.28	ok
		21.60	61.20	21.60	1.01	13.28	ok
	Rara	156.3	196.20	156.3	6.93	18.26	ok
		-45.00	243.80	-45.00	2.50	18.26	ok
		124.00	227.60	124.00	5.61	18.26	ok

Tabella 13- Verifica alle tensioni (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 Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	74 di 201

Elemento	Combinazione	z m	N KN	Mx KNm	σ_s Mpa	$\sigma_{s, lim}$ Mpa	Verifica
Traversa superiore	Rara	0.00	-	-124.00	129.10	337.5	ok
		1.90	-	100.90	161.30	337.5	ok
		3.80	-	-124.00	129.10	337.5	ok
Soletta di fondazione	Rara	0.00	-	156.30	132.00	337.5	ok
		1.90	-	-145.00	122.50	337.5	ok
		3.80	-	156.30	132.00	337.5	ok
Piedritti	Rara	0.00	196.20	156.30	103.90	337.5	ok
		1.85	243.80	-45.00	27.65	337.5	ok
		3.70	227.60	124.00	75.30	337.5	ok

Tabella 14- Verifica alle tensioni (acciaio)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>75 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	75 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	75 di 201								

8.5.2.2 Verifica di apertura delle fessure

Nel seguito si riportata la verifica di apertura delle fessure per la combinazione di carico rara, eseguita nelle sezioni più significative, ovvero le estremità degli elementi e nella mezzeria degli stessi.

Traverso superiore

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale Ital ferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	124 kNm	Sollecitazione flettente
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	400 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	330 mm	Altezza utile della sezione
A_s	3141.59 mm ²	Armatura tesa
$A's$	2010.62 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/clc compr.
y	200 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	477283.1793 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	6.6394E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	85.73 kNm	Momento di prima fessurazione <MEd
SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE		
Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)		
x_c	126 mm	Posizione dell'asse neutro
I_{ci}	2.7225E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
f	77 mm	
h_o	229 mm	
σ_{tmax}	139.42 MPa	Tensione nell'acciaio Verifica tensionale OK
σ_{cmax}	5.74 MPa	Tensione nel calcestruzzo Verifica tensionale OK
M_y	400 kNm	Momento allo snervamento

Figura 55- Verifica a fessurazione sezione di estremità (traverso superiore)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>76 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	76 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	76 di 201								

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa
		E_c	33643 MPa
		E_s	210000 MPa
		α_e	6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	124 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	330 mm
h	400 mm	$h_{c,eff}$	91.4 mm
x	126 mm	$A_{c,eff}$	91355.7 mm ²
ricopr.	60 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	100 mm	A_s	3140 mm ²
n. ferri	10	ρ_{eff}	0.034
ϕ	20 mm	σ_s	139.42 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4	coefficiente dipendente dalla durata dei carichi	
ϵ_{sm}	0.0004553	deformazione unitaria media delle barre	
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c + \phi / 2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	302.92 mm	(Eq. C.4.1.17)	distanza massima fra le fessure
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.138 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

Figura 56- Verifica a fessurazione sezione di estremità (traverso superiore)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>77 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	77 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	77 di 201								

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale: Italferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	100.9 kNm	Sollecitazione flettente
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	400 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	330 mm	Altezza utile della sezione
A_s	2010.62 mm ²	Armatura tesa
A'_s	1570.80 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/cls compr.
y	200 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	453721.2344 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	6.2412E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	80.59 kNm	Momento di prima fessurazione <MEd
SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE		
Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)		
x_c	108 mm	Posizione dell'asse neutro
I_{ci}	1.9403E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
f	54 mm	
h_o	216 mm	
σ_{tmax}	173.32 MPa	Tensione nell'acciaio Verifica tensionale OK
σ_{cmax}	5.61 MPa	Tensione nel calcestruzzo Verifica tensionale OK
M_y	262 kNm	Momento allo snervamento

Figura 57-Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (traverso superiore)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>78 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	78 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	78 di 201								

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa
		E_c	33643 MPa
		E_s	210000 MPa
		α_e	6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	100.9 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	330 mm
h	400 mm	$h_{c,eff}$	97.4 mm
x	108 mm	$A_{c,eff}$	97399.3 mm ²
ricopr.	62 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	100 mm	A_s	2009.6 mm ²
n. ferri	10	ρ_{eff}	0.021
ϕ	16 mm	σ_s	173.32 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4	coefficiente dipendente dalla durata dei carichi	
ϵ_{sm}	0.0005024	deformazione unitaria media delle barre	
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c + \phi / 2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	342.63 mm	(Eq. C.4.1.17) distanza massima fra le fessure	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.172 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

Figura 58-Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (traverso superiore)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>79 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	79 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	79 di 201								

Soletta di fondazione

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale: Italferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	156.3 kNm	Sollecitazione flettente
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	500 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	430 mm	Altezza utile della sezione
A_s	3141.59 mm ²	Armatura tesa
A'_s	3141.59 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/cls compr.
y	250 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	594247.7796 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	1.3470E+10 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	139.15 kNm	Momento di prima fessurazione <MEd
SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE		
Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)		
x_c	142 mm	Posizione dell'asse neutro
I_{ci}	5.1073E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
f	94 mm	
h_o	250 mm	
σ_{tmax}	132.02 MPa	Tensione nell'acciaio Verifica tensionale OK
σ_{cmax}	4.36 MPa	Tensione nel calcestruzzo Verifica tensionale OK
M_y	533 kNm	Momento allo snervamento

Figura 59- Verifica a fessurazione sezione di estremità (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>80 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	80 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	80 di 201								

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa
		E_c	33643 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa
		E_s	210000 MPa
		α_e	6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	156.3 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	430 mm
h	500 mm	$h_{c,eff}$	119.2 mm
x	142 mm	$A_{c,eff}$	119196.9 mm ²
ricopr.	60 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	100 mm	A_s	3140 mm ²
n. ferri	10	ρ_{eff}	0.026
ϕ	20 mm	σ_s	132.02 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi		
ϵ_{sm}	0.0003772 deformazione unitaria media delle barre		
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c + \phi / 2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	333.07 mm	(Eq. C.4.1.17)	distanza massima fra le fessure
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.126 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

Figura 60- Verifica a fessurazione sezione di estremità (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>81 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	81 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	81 di 201								

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale: Italferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	145 kNm	Sollecitazione flettente
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	500 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	430 mm	Altezza utile della sezione
A_s	3141.59 mm ²	Armatura tesa
$A's$	3141.59 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/cls compr.
y	250 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	594247.7796 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	1.3470E+10 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	139.15 kNm	Momento di prima fessurazione <MEd
SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE		
Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)		
x_c	142 mm	Posizione dell'asse neutro
I_{ci}	5.1073E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
f	94 mm	
h_o	250 mm	
σ_{tmax}	122.47 MPa	Tensione nell'acciaio Verifica tensionale OK
σ_{cmax}	4.04 MPa	Tensione nel calcestruzzo Verifica tensionale OK
M_y	533 kNm	Momento allo snervamento

Figura 61- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>82 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	82 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	82 di 201								

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa
		E_c	33643 MPa
		E_s	210000 MPa
		α_e	6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	145 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	430 mm
h	500 mm	$h_{c,eff}$	119.2 mm
x	142 mm	$A_{c,eff}$	119196.9 mm ²
ricopr.	60 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	100 mm	A_s	3140 mm ²
n. ferri	10	ρ_{eff}	0.026
ϕ	20 mm	σ_s	122.47 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi		
ϵ_{sm}	0.0003499 deformazione unitaria media delle barre		
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c + \phi / 2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	333.07 mm	(Eq. C.4.1.17)	distanza massima fra le fessure
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.117 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

Figura 62- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (soletta di fondazione)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>83 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	83 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	83 di 201								

Piedritti

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale Italferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	156.3 kNm	Sollecitazione flettente
N_{Ed}	-196.2 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	400 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	330 mm	Altezza utile della sezione
A_s	3141.59 mm ²	Armatura tesa
A'_s	1570.80 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/cls compr.
y	200 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	470685.8347 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	6.5279E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	97.90 kNm	Momento di prima fessurazione <MEd
SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE		
Calcolo delle tensioni nel caso di presso(tenso)-flessione (sezione fessurata)		
$e = M/N$	796.64 mm	Grande eccentricità -> Calcola posizione asse neutro
a	596.64 mm	Distanza dal baricentro del centro di pressione
x_c	146 mm	Posizione dell'asse neutro CALCOLA OK
I_n	2.7671E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
S_n	3.7273E+06 mm ³	Momento statico
σ_{tmax}	145.47 MPa	Tensione nell'acciaio Verifica tensionale OK
σ_{cmax}	-7.67 MPa	Tensione nel calcestruzzo Verifica tensionale OK
M_y	451 kNm	Momento allo snervamento

Figura 63- Verifica a fessurazione sezione di spiccato (piedritti)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>84 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	84 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	84 di 201								

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa
		E_c	33643 MPa
		E_s	210000 MPa
		α_e	6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	156.3 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{ed}	-196.2 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	330 mm
h	400 mm	$h_{c,eff}$	84.7 mm
x	146 mm	$A_{c,eff}$	84744.6 mm ²
ricopr.	60 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	100 mm	A_s	3140 mm ²
n. ferri	10	ρ_{eff}	0.037
ϕ	20 mm	σ_s	145.47 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi		
ϵ_{sm}	0.0004966 deformazione unitaria media delle barre		
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c+\phi/2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	295.76 mm	(Eq. C.4.1.17) distanza massima fra le fessure	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.147 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

Figura 64- Verifica a fessurazione sezione di spiccato (piedritti)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>85 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	85 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	85 di 201								

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale Italferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	45 kNm	Sollecitazione flettente
N_{ed}	-243.8 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	400 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	330 mm	Altezza utile della sezione
A_s	1570.80 mm ²	Armatura tesa
A'_s	3141.59 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/cls compr.
y	200 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	470685.8347 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	6.5279E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	101.20 kNm	Momento di prima fessurazione >MEd
SEZIONE NON FESSURATA		

Figura 65- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (piedritti)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>86 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	86 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	86 di 201								

Tipo di combinazione SLE		
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale Italferr (sotto bin.)
Materiali		
Cls	C32/40	$f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2.58 MPa f_{ck} 33.2 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk} 450 MPa
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione		
M_{Ed}	124 kNm	Sollecitazione flettente
N_{ed}	-227.6 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)
c	70 mm	Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo
H	400 mm	Altezza totale della sezione
B	1000 mm	Base della sezione
d	330 mm	Altezza utile della sezione
A_s	3141.59 mm ²	Armatura tesa
$A's$	1570.80 mm ²	Armatura compressa
n	15	Omogeneizzazione acciaio/cls compr.
y	200 mm	Posizione del baricentro
Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)		
A^*	470685.8347 mm ²	Area omogeneizzata
I^*	6.5279E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
M_{fess}	100.07 kNm	Momento di prima fessurazione <MEd
SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE		
Calcolo delle tensioni nel caso di presso(tenso)-flessione (sezione fessurata)		
$e = M/N$	544.82 mm	Grande eccentricità -> Calcola posizione asse neutro
a	344.82 mm	Distanza dal baricentro del centro di pressione
x_c	155 mm	Posizione dell'asse neutro CALCOLA OK
I_n	2.8516E+09 mm ⁴	Inerzia omogeneizzata
S_n	5.7084E+06 mm ³	Momento statico
σ_{tmax}	104.82 MPa	Tensione nell'acciaio Verifica tensionale OK
σ_{cmax}	-6.17 MPa	Tensione nel calcestruzzo Verifica tensionale OK
M_y	488 kNm	Momento allo snervamento

Figura 66- Verifica a fessurazione sezione di testa (piedritti)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>B</td> <td>87 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	87 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	87 di 201								

Tipo di combinazione SLE			
Comb.	Rara (IF)		
Materiali			
Cls	C32/40	f_{ctm}	3.10 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa
		E_c	33643 MPa
		E_s	210000 MPa
		α_e	6.24
Ipotesi di calcolo			
Cond. ambientali	Aggressive		
Tipo di armature	Poco sensibili		
Tipi di carichi	Lunga durata		
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione			
M_{Ed}	124 kNm	Sollecitazione flettente	
N_{ed}	-227.6 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)	
B	1000 mm	d	330 mm
h	400 mm	$h_{c,eff}$	81.8 mm
x	155 mm	$A_{c,eff}$	81755.6 mm ²
ricopr.	60 mm		
Caratteristiche dell'armatura tesa			
Spaziatura	100 mm	A_s	3140 mm ²
n. ferri	10	ρ_{eff}	0.038
ϕ	20 mm	σ_s	104.82 MPa
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre			
k_t	0.4	coefficiente dipendente dalla durata dei carichi	
ϵ_{sm}	0.0003086	deformazione unitaria media delle barre	
Calcolo della distanza massima tra le fessure			
$5(c + \phi / 2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri	
k_1	0.8		
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)	
k_3	3.4		
k_4	0.425		
Δ_{smax}	292.53 mm	(Eq. C.4.1.17)	distanza massima fra le fessure
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica			
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.090 mm	(Eq. C.4.1.15)	
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA	

Figura 67- Verifica a fessurazione sezione di testa (pedritti)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. B	PAGINA 88 di 201

8.5.2.3 Verifica di deformabilità

Il confort dei passeggeri è controllato limitando i valori della freccia massima verticale, in funzione della luce e del numero di campate consecutive.

Nel seguito l'inflessione si calcolerà in asse binario, considerando il treno di carico LM 71 con il relativo incremento dinamico.

In base a quanto indicato in tabella 1.8.3.2.2-2 i valori limite del rapporto luce/freccia (L/d) nel nostro caso è 1000, ulteriormente moltiplicato per un coefficiente 0.7 in quanto trattasi di impalcato a singola campata.

$$f_{LIM} = L / (1000 \cdot 0.7) = 380 / (1000 \cdot 0.7) = 0.54 \text{ cm}$$

La freccia massima ammessa risulta essere quindi 0.54 cm.

La freccia massima risulta pari a $(0.82 - 0.78) = 0.04 \text{ cm} < 0.54 \text{ cm}$.

Si mostra, nella seguente figura, la deformata sotto la combinazione più gravosa allo stato limite di esercizio (i valori degli spostamenti sono espressi in cm).



```

midas Gen
POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE
Z-DIRECTION
X-DIR= 0.000E+000
NODE= 1
Y-DIR= 0.000E+000
NODE= 1
Z-DIR= -8.231E-001
NODE= 8
COMB.= 8.231E-001
NODE= 8
SCALE FACTOR=
2.065E+001

CB: SLE-RARA (z)
MAX : 23
MIN : 8
FILE: SL_09_rev1-
UNIT: cm
DATE: 09/06/2018

```

Figura 68 – Deformata con valore degli spostamenti – SLE

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		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
Relazione di calcolo		IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	89 di 201

8.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

8.6.1 *Verifica a carico limite del terreno di fondazione*

La verifica a carico limite è eseguita attraverso l'utilizzo di una formula trinomia. Come è noto in letteratura esistono diverse formule che si differenziano tra loro per l'introduzione di fattori correttivi per tener conto della profondità della fondazione, dell'eccentricità ed inclinazione del carico, ecc.

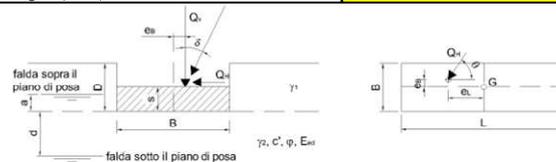
Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	90 di 201

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE (SLU)

GEOMETRIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Geometria della fondazione					Geometria del sito			
B m	L m	s m	e _B m	e _L m	D m	ω °	ε °	Muro di sostegno?
3.80	14.34		0.00	0.00	5.50	0	0	no
Posizione della falda					a m	d m		
Sotto il piano di posa (d<B e a=0)					0.00	2.10		
Caratteristiche fisiche dei terreni					Caratteristiche meccaniche terreni			
γ ₁ kN/m ³	γ _{1sat} kN/m ³	γ _w kN/m ³	γ ₂ kN/m ³	γ _{2sat} kN/m ³	c' kPa	c _u kPa	φ' °	E _{ed} MPa
20	20	10	16	16	0.00	0.00	32	360
Forma della fondazione					Condizioni			
Rettangolo (B'<L')					Drenate			



DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO DI VERIFICA E DEI CARICHI (NTC 2008)

Combinazione	Componenti e direzione dei carichi				θ = angolo rispetto a L Se Q _v /B θ = 90° Se Q _v /L θ = 0°		
	Q _v kN	Q _h kN	δ °	θ °			
Appr.1-A2+M2+R2	17165	777	2.6	90			
Caratteristiche di calcolo dei terreni							
γ ₁ kN/m ³	γ _{1sat} kN/m ³	γ _w kN/m ³	γ ₂ kN/m ³	γ _{2sat} kN/m ³	c' kPa	c _u kPa	φ' °
20	20	10	16	16	0.00	0.00	26.6

VERIFICA DEL TIPO DI ROTTURA

G	σ	I _r	I _{crit}	Tipo di rottura:
95.39	0.14	1359.05	85.88	Generale

CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_q \xi_q \alpha_q \beta_q [\gamma_1 (D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w) a] + N_c \Psi_c \zeta_c \xi_c \alpha_c \beta_c c' + N_\gamma \Psi_\gamma \zeta_\gamma \xi_\gamma \alpha_\gamma \beta_\gamma \gamma_2 (B'/2) + \gamma_w a$$

						B' m	L' m	
						3.80	14.34	Termini del trinomio e spinta idraulica
Coefficienti di carico limite	Coefficienti di punzonamento	Coefficienti di forma	Coefficienti di inclinazione carichi	Coefficienti piano di posa	Coefficienti piano di campagna			
N	Ψ	ζ	ξ	α	β			
q	11.85	1.00	1.13	0.92	1.00	1.00	I° term.	1359.2 kPa
c	22.25	1.00	1.14	0.91	1.00	1.00	II° term.	0.0 kPa
γ	12.54	1.00	0.89	0.88	1.00	1.00	III° term.	215.7 kPa
							Spinta idraulica	0.0 kPa

Verifica della capacità portante

Coeff. parz. di sicurezza γ _R	1.80
Resistenza R _d = Q _{lim} (B'L')/γ _R	47677 kN in cond. Drenate
Sollecitazione E _d = PP+Q _v	17165 kN < R _d : VERIFICA OK

Verifica allo scorrimento

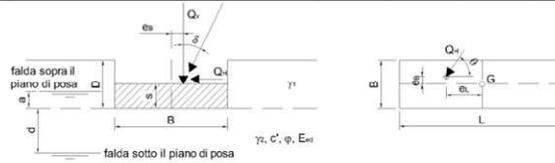
Coeff. parz. di sicurezza γ _R	1.00
Resistenza R _d = Q _v tg(φ')/γ _R	8580.7 kN
Sollecitazione E _d = Q _h	777.0 kN < R _d : VERIFICA OK

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 B 91 di 201

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE (SLV)

GEOMETRIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Geometria della fondazione					Geometria del sito					
B m	L m	s m	e _B m	e _L m	D m	ω °	ε °	Muro di sostegno?		
3.80	14.34	0.00	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	no		
Posizione della falda					a m	d m				
Sotto il piano di posa (d<B e a=0)					0.00	2.10				
Caratteristiche fisiche dei terreni					Caratteristiche meccaniche terreni					
γ ₁ kN/m ³	γ _{1sat} kN/m ³	γ _w kN/m ³	γ ₂ kN/m ³	γ _{2sat} kN/m ³	c' kPa	c _u kPa	φ' °	E _{ed} MPa		
20	20	10	16	16	0	0	32	360		
Forma della fondazione					Condizioni		k _{hi}	k _{hk}	e _{yi}	e _{yk}
Rettangolo (B'<L')					Drenate		0.115	0.303	0.959	0.658



DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO DI VERIFICA E DEI CARICHI (NTC 2008)

Combinazione	Componenti e direzione dei carichi				θ = angolo rispetto a L Se Q _v /B θ = 90° Se Q _v /L θ = 0°				
	Q _v kN	Q _h kN	δ °	θ °					
Appr.1-A2+M2+R2	6389	737.22	6.6	90					
Caratteristiche di calcolo dei terreni									
γ ₁ kN/m ³	γ _{1sat} kN/m ³	γ _w kN/m ³	γ ₂ kN/m ³	γ _{2sat} kN/m ³	c' kPa	c _u kPa	φ' °		
20	20	10	16	16	0.00	0.00	26.6		

VERIFICA DEL TIPO DI ROTTURA

G	σ	I _r	I _{crit}	Tipo di rottura: Generale
MPa	MPa			
95.39	0.14	1359.05	85.88	

CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_{dq} \alpha_q \beta_q [\gamma_1 (D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w) a] + N_c \Psi_c \zeta_{cq} \alpha_c \beta_c c' + N_\gamma \Psi_\gamma \zeta_{\gamma q} \alpha_\gamma \beta_\gamma \gamma_2 (B'/2) + \gamma_w a$$

						B' m	L' m	
						3.80	14.34	Termini del trinomio e spinta idraulica
Coefficienti di carico limite	Coefficienti di punzonamento	Coefficienti di forma	Coefficienti di inclinazione carichi	Coefficienti piano di posa	Coefficienti piano di campagna			
N*	Ψ	ζ	ξ**	α	β			
q	11.85	1.00	1.13	0.77	1.00	1.00	I° term.	1136.7 kPa
c	22.25	1.00	1.14	0.72	1.00	1.00	II° term.	0.0 kPa
γ	8.24	1.00	0.89	0.68	1.00	1.00	III° term.	109.9 kPa
							Spinta idraulica	0.0 kPa

Verifica della capacità portante

Coeff. parz. di sicurezza γ _R	1.80	
Resistenza R _d = Q _{lim} (B'L')/γ _R	37741	kN in cond. Drenate
Sollecitazione E _d = PP+Q _v	6389	kN < R _d : VERIFICA OK

Verifica allo scorrimento

Coeff. parz. di sicurezza γ _R	1.00	
Resistenza R _d = Q _v tg(φ')/γ _R	3193.8	kN
Sollecitazione E _d = Q _h	737.2	kN < R _d : VERIFICA OK

* Valori corretti con e_{yi} e_{yk}; - ** Valori corretti con e_{yi}

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	B	92 di 201

8.7 INCIDENZE ARMATURE STRUTTURA SCATOLARE

Il calcolo delle incidenze viene eseguito tenendo conto dell'intero elemento strutturale, con incrementi che tengono conto degli eventuali infittimenti e delle chiusure.

COPERTURA SCATOLARE				
VOLUME CLS (mc)				20,1
	ϕ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)
trav sup	20	4,32	65	692,1
trav inf	16	4,32	130	885,9
long. Inf	20	13,77	18	611,0
long. sup	20	13,77	18	611,0
sovrapp. long sup	20	1,2	18	53,2
sovrapp. long inf	20	1,2	18	53,2
legature	14	0,6	140	101,5
infitt sup	20	3	65	480,7
				0,0
				0,0
				0,0
INCREMENTO % per infittimenti e chiusure				0%
PESO TOTALE ARMATURA				3489
INCIDENZA (kg/mc)				175

SOLETTA DI FONDAZIONE SCATOLARE				
VOLUME CLS (mc)				27,2
	ϕ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)
trav sup	20	4,52	72	802,2
trav inf	20	4,52	72	802,2
long. Inf	20	15,2	19	711,9
long. sup	20	15,2	19	711,9
sovrapp. long sup	20	1,2	19	56,2
sovrapp. long inf	20	1,2	19	56,2
legature	12	0,8	606	430,2
infitt sup	0	0	0	0,0
infitt inf	0	0	0	0,0
				0,0
				0,0
INCREMENTO % per infittimenti e chiusure				10%
PESO TOTALE ARMATURA				3928
INCIDENZA (kg/mc)				145

PIEDRITTO SCATOLARE				
VOLUME CLS (mc)				15,5
	ϕ (mm)	L (m)	n. -	P (kg)
vert. int.	20	2,8	68	469,3
vert. est.	20	2,8	68	469,3
long. inf.	20	14,4	14	496,9
long. sup.	20	14,4	14,0	496,9
sovrapp. long sup	20	1,2	14	41,4
sovrapp. long inf	20	1,2	14	41,4
legature	12	0,6	430	228,9
infitt. Est	20	3	68	502,8
				0,0
				0,0
INCREMENTO % per infittimenti e chiusure				0%
PESO TOTALE ARMATURA				2747
INCIDENZA (kg/mc)				180

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 93 di 201

9 MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA

Nel seguito del presente paragrafo si riportano i criteri generali di Analisi ed i risultati del dimensionamento del muro di sostegno da realizzare in prossimità della struttura scatolare, al fine di contenere localmente il corpo del rilevato ferroviario.

Trattasi del muro andatore in destra su fondazione diretta.

9.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE

L'analisi delle opere è stata eseguita con modelli semplificati avvalendosi di fogli di calcolo, considerando le azioni derivanti dai pesi propri di muro e terreno di riempimento e dai sovraccarichi accidentali.

In condizioni sismiche, l'analisi è stata eseguita mediante metodo pseudo-statico, ipotizzando il cuneo di terreno a tergo del paramento dell'opera in equilibrio limite attivo, così come specificato al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2008.

9.1.1 Geometria di calcolo

Verranno presentate nel seguito le verifiche relative al concio di muro lungo 13.60 m.

Si adotta la seguente geometria di calcolo.

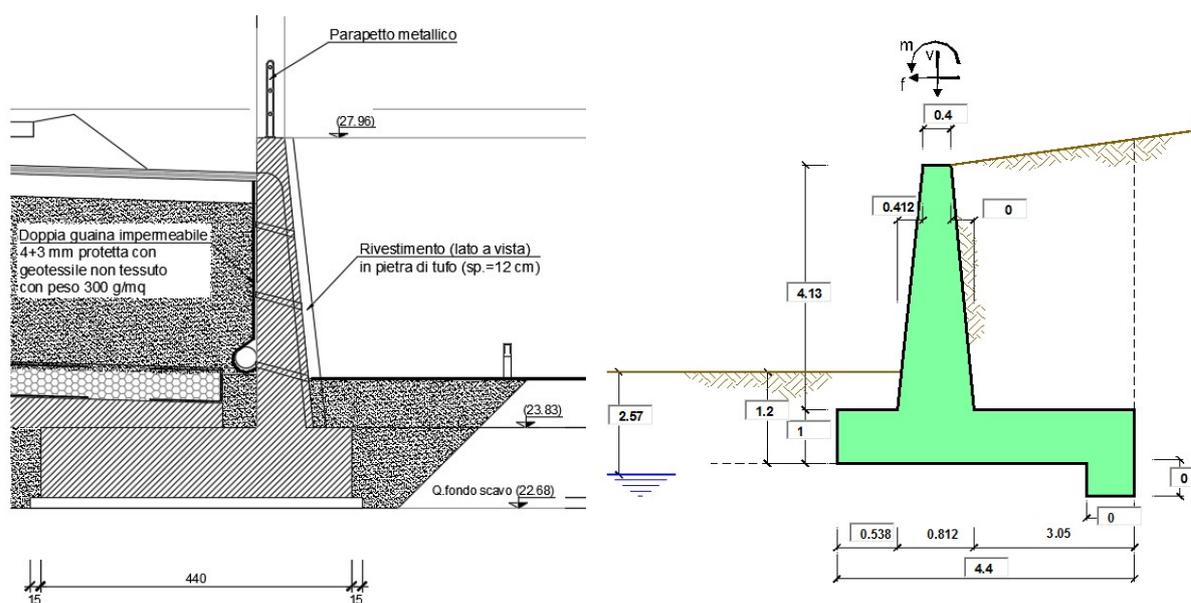


Figura 69- Geometria di calcolo del muro

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 94 di 201

9.2 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20 \text{ kN/m}^3$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:

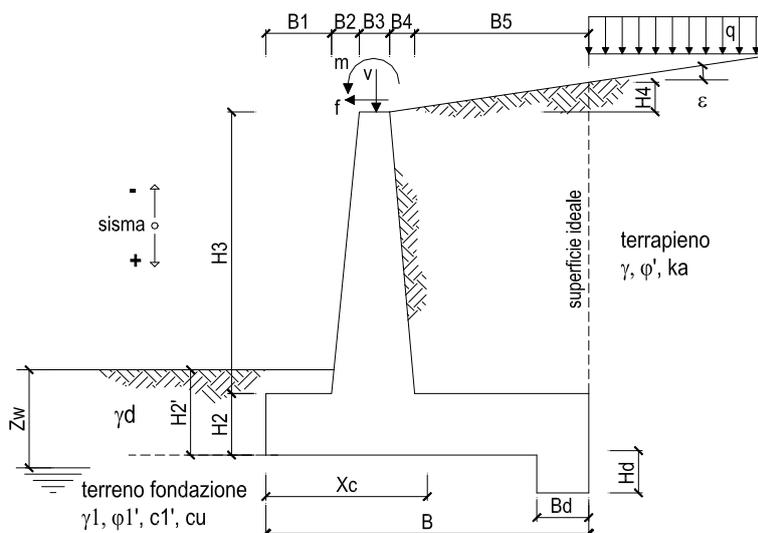


Figura 70-Geometria muro

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	95 di 201

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	4.13	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.41	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.40	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	4.40	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.00	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.54	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	3.05	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	2.20	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

si calcola:

FORZE VERTICALI

- Peso del Muro (Pm)

			SLE
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	21.27
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	41.30
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	110.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	172.57

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)

Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	251.93
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2$	(kN/m)	0.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	48.80
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	300.73

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	15.6418146
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	3.12836293

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 96 di 201

comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Peso permanente non strutturale

Per pesi permanenti non strutturali si intendono le azioni associate alla presenza del ballast, del rivestimento del parapetto esterno del muro.

Il peso permanente dato dalla presenza del ballast è stato considerato un carico

$$\text{permanente } qp = 16.00 \frac{kN}{m^2}$$

L'azione che deriva dal rivestimento del parapetto è modellata all'interno del foglio di calcolo mediante l'utilizzo di una forza concentrata in testa al muro pari al peso totale che da essa deriva più un momento di trasporto atto a tenere in conto il reale punto di applicazione di questa forza.

Considerando un rivestimento di 12 cm in pietra di tufo, risulta:

$$vp = 17.00 \cdot 0.12 \cdot 4.15 \frac{kN}{m} = 8.47 \frac{kN}{m}$$

$$mp = 8.47 \cdot 0.40 \frac{kN \cdot m}{m} = 3.39 \frac{kN \cdot m}{m}$$

Sovraccarichi accidentali- Carichi ferroviari

Trattandosi di opere di sostegno poste a margine della sede Ferroviaria, per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente:

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 97 di 201

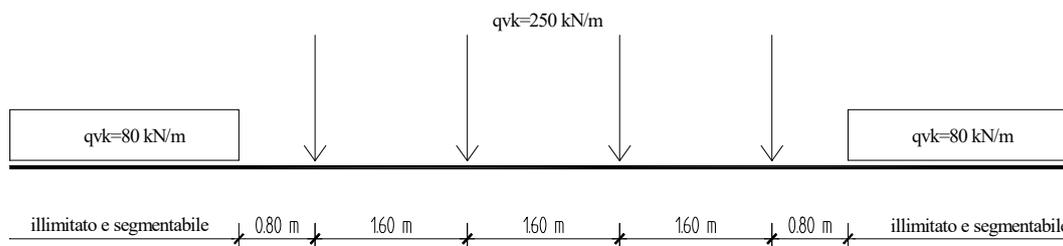


Figura 71 - Treno LM71

A tali carichi si deve applicare il coefficiente $\alpha=1$ ai sensi del par. 3.5.2.3.6 del Manuale RFI sull'incremento dinamico delle azioni sui muri di sostegno e delle S.T.I. per tipi di traffico analogo a quello della linea in oggetto.

In senso longitudinale, si è assunto che il carico si distribuisca sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a 6.40 m.

$$q = 250 \times 4 / 6.40 = 156.25 \text{ kN/m}$$

In senso trasversale, questo carico è stato distribuito attraverso il ricoprimento costituito dal ballast con una pendenza 1 a 4 ($Q = 156.25/3 = 52.08 \text{ kN/m}^2$) e nel corpo del rilevato secondo l'angolo d'attrito del terreno (Figura 72).

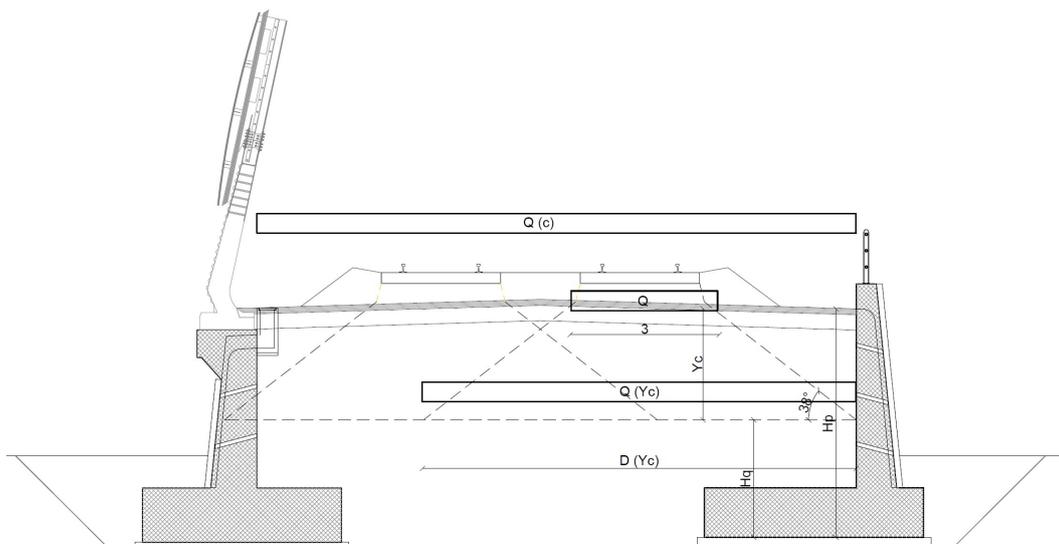


Figura 72-Schema di diffusione del carico accidentale

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 98 di 201

Detto Q_c il valore convenzionale del sovraccarico accidentale da considerare sul piano limite del terrapieno a monte dell'opera di sostegno, risulta:

$$Q_c = \frac{Q(y_c) \cdot H_q}{H_p} = 9.19 \frac{KN}{m^2}$$

dove:

$$Q'(y_c) = \frac{52.08 \cdot 3 KN}{D(y_c) m^2} = 17.92 \frac{KN}{m^2}$$

Rimandando per le simbologie utilizzate a quanto rappresentato nei grafici precedenti si riporta nel seguito una tabella riassuntiva di quanto detto.

D(y _c) m	H _q m	H _p m	Q (y _c) KN/m ²	Q' _c KN/m ²
8.72	2.37	4.62	17.92	9.19

Il valore Q'_c così calcolato viene cautelativamente amplificato per 1.5 per tenere conto della parziale sovrapposizione con un analogo carico accidentale sul binario più lontano. Pertanto, a vantaggio di sicurezza, sul muro in questione si considera un sovraccarico accidentale:

$$Q_c \approx 15 \text{ kN/m}^2$$

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m = 0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 99 di 201

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_T = 1.00$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \text{sen}^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \text{sen}^2(\psi) \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 100 di 201

Accelerazione sismica	a_g/g	0.22 (-)
Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.37 (-)
Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1 (-)
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.31 (-)
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.093 (-)
Coefficiente sismico verticale	k_v	0.047 (-)
Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no	

		SLE	STR	EQU/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	k_a	0.217	0.217	0.275
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	k_{as+}	0.268	0.268	0.333
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	k_{as-}	0.274	0.274	0.339
	Coeff. Di Spinta Passiva	k_p	3.392	3.392	2.711
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	k_{ps+}	3.224	3.224	2.559
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	k_{ps-}	3.207	3.207	2.544

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_R \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

9.2.1 Combinazioni di carichi SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik} : azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_k + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 101 di 201

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0÷1.0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0.0÷1.5	0,0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 15-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0\div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

9.2.2 Combinazioni di carichi SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

9.3 CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed R_d l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 102 di 201

calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso.

A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a secondo si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti.

In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

Carichi	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	γ_{G1}	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0
Perm. non strutturali	γ_{G2}	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 16- Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

Parametro	Parametro di riferimento	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza f'	$\tan \gamma'_k$	γ_f	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_g	1.00	1.00

Tabella 17-Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Partendo da questi coefficienti, è possibile definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in funzione del tipo di approccio. In particolare avremo:

Terreno di fondazione

Metodo M1

Peso per unità di volume totale

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$$

Coesione

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 103 di 201				

Angolo di attrito di calcolo

$$\phi' = 32^\circ$$

Metodo M2

Peso per unità di volume

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$$

Coesione

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

Angolo di attrito interno

$$\phi' = 26.56^\circ$$

Terreno di riporto

Metodo M1

Peso per unità di volume totale

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

Coesione

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

Angolo di attrito di calcolo

$$\phi' = 38^\circ$$

Angolo di attrito terra-muro

$$\delta = 25.33^\circ$$

Metodo M2

Peso per unità di volume totale

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

Coesione

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

Angolo di attrito di calcolo

$$\phi' = 32.01^\circ$$

Angolo di attrito terra-muro

$$\delta = 21.34^\circ$$

Le verifiche SLU e GEO vengono effettuate con l'Approccio 1, che prevede due combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1 (A1+M1+R1)

Combinazione 2 (A2+M2+R2)

La prima viene utilizzata per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento strutturale, la seconda per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento geotecnico, come specificato al punto C6.5.3.1.1 delle Istruzioni. I coefficienti parziali di sicurezza R3 sono pari 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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 104 di 201

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$

Tabella 18-Coefficienti R

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte ed il fattore parziale di sicurezza $R2=1.0$.

Nelle verifiche finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, esse verranno effettuate considerando, per i diversi stati limite, i coefficienti amplificativi delle azioni (A) di valore unitario, come indicato al punto C7.11.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2008.

Ricapitolando, le verifiche riportate nel seguito della presente saranno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite e con gli approcci metodologici di fianco riportati.

SLU di tipo geotecnico (GEO) – Approccio 1

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno	$A2+M2+R2$
Scorrimento sul piano di posa	$A2+M2+R2$

SLU di tipo strutturale (STR) - Approccio 1

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali	$A1+M1+R1$
--	------------

SLU di equilibrio di corpo rigido (EQU)

Ribaltamento	$EQU+M2+R2$
--------------	-------------

9.3.1 Criterio di verifica a capacità portante della fondazione (GEO)

La verifica a carico limite della fondazione dei muri è stata eseguita facendo riferimento alla nota formula trinomia di Terzaghi.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 105 di 201

$$q_{lim} = \psi_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + \psi_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot N_c \cdot c + \psi_\gamma \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$

in cui:

- γ_1 è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sopra del piano di posa della fondazione;
- γ_2 è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sotto del piano di posa della fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- B è la larghezza della fondazione;
- N_q , N_c , N_γ sono coefficienti tabellati in funzione dell'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- ψ_q , ψ_c , ψ_γ sono i coefficienti correttivi legati al tipo di rottura (generale o per punzonamento);
- ζ_q , ζ_c , ζ_γ sono i coefficienti correttivi di forma; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione;
- ξ_q , ξ_c , ξ_γ sono i coefficienti correttivi di inclinazione del carico; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione, dall'entità dei carichi verticale ed orizzontale agenti, dalla coesione e dall'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- α_q , α_c , α_γ sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
- β_q , β_c , β_γ sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna.

In particolare, per la determinazione del carico verticale di esercizio, si pone:

$$q_{es} = \frac{N}{L' \cdot B'}$$

dove:

- N è la risultante delle azioni verticali agenti sulla fondazione nella condizione di carico considerata, comprensivi del peso della platea;
- L' è la lunghezza ridotta della fondazione;
- B' è la larghezza della fondazione.

Per tener conto dell'eccentricità del carico viene considerata, ai fini del calcolo, una fondazione di dimensioni ridotte pari a:

$$L' = L - 2e_L$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 106 di 201	

$$B' = B - 2e_B$$

con e_L ed e_B eccentricità del carico nelle due direzioni.

9.3.2 Criterio di verifica a scorrimento sul piano di posa (GEO)

La verifica allo scorrimento del muro consiste nell'assicurare la stabilità dell'opera nei confronti di un meccanismo di collasso tale per cui l'intera opera di sostegno va a scorrere sul piano di contatto con il terreno di fondazione. Pertanto essa risulta soddisfatta se la componente delle forze agenti nella direzione parallela al piano di scorrimento risulta inferiore alla forza di attrito che si genera al contatto tra opera e terreno di fondazione. Tale forza risulta proporzionale al peso del muro ed è espressa dalla relazione (per terreni caratterizzati da $\varphi' \neq 0$ e $c' = 0$).

$$R = N \cdot \tan \varphi'_d$$

dove:

- R è la forza resistente allo scorrimento;
- N è la risultante delle azioni verticali agenti sul piano di fondazione;
- φ'_d è l'angolo di resistenza a taglio del terreno di fondazione relativamente all'approccio di progetto.

9.3.3 Criterio di verifica a ribaltamento (EQU)

Il meccanismo di collasso per ribaltamento per i muri di sostegno prevede la rotazione intorno all'estremità di valle del muro, che diventa il centro di rotazione dell'opera. La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{M_S}{M_R} \geq R_2 = 1.00$$

dove:

M_S è il momento stabilizzante rispetto al centro di rotazione dovuto al peso del muro;

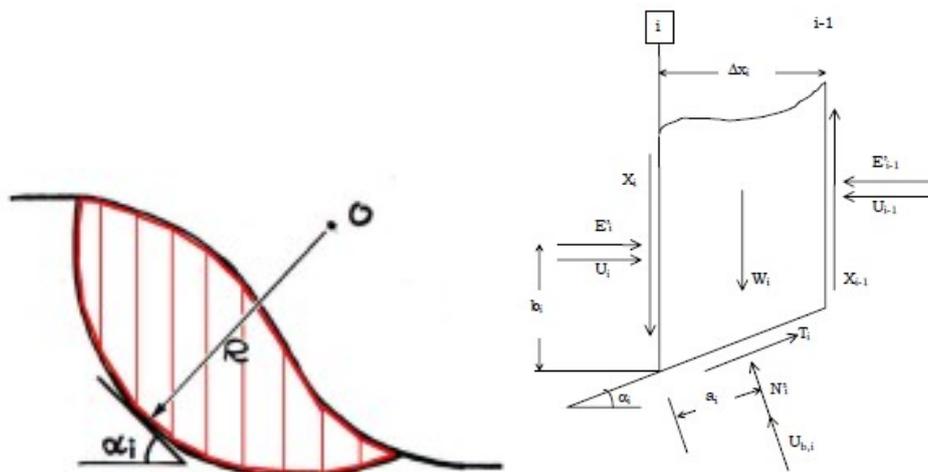
M_R è il momento ribaltante rispetto al centro di rotazione dovuto alla spinta del terrapieno e di eventuali sovraccarichi.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 107 di 201

Nelle verifiche condotte per azioni sismiche, la spinta del terrapieno è stata valutata secondo il metodo pseudo-statico, come illustrato nel seguito; è stata altresì tenuto in conto il contributo instabilizzante svolto dalla forza di inerzia dovuta al peso del paramento.

9.3.4 Criterio di verifica a stabilità globale (GEO)

Si fa riferimento al metodo dell'equilibrio limite, che permette di valutare il valore del fattore di sicurezza analizzando le azioni agenti sui conci in cui il pendio viene suddiviso. Il fattore di sicurezza deriva dallo studio delle condizioni di equilibrio di ciascun concio come sintetizzato nella figura a destra.



Le analisi presentate fanno riferimento al metodo di Bishop. Le ipotesi alla base del metodo sono:

- Stato di deformazione piano, ovvero superficie cilindrica e trascurabilità degli effetti tridimensionali;
- Arco della superficie di scorrimento alla base del concio approssimabile con la relativa corda;
- Comportamento del terreno rigido-perfettamente plastico e criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

In base a tali ipotesi, il coefficiente di sicurezza viene valutato come il rapporto fra momento stabilizzante e momento ribaltante rispetto al centro della circonferenza.

Per la schematizzazione dell'azione sismica, la normativa prevede il ricorso al metodo di calcolo pseudostatico. Secondo tale metodo l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 108 di 201

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, le componenti orizzontale e verticale di tale azione possono esprimersi come

$$F_h = k_h W$$

$$F_v = k_v W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s S_S S_T a_g/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
- g è l'accelerazione di gravità;
- S_S e S_T sono coefficienti legati alla topografia e alla categoria di suolo già descritti;
- β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa in sito, ricavabile dalla Tabella 7.11.1 delle NTC 2008 e nel seguito riportata in funzione della categoria di suolo e del valore di a_g .

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Nel caso in esame, pertanto, si ha:

$$\beta_s = 0.28$$

$$k_h = 0.0844$$

$$k_v = 0.0422$$

$$S_S = 1.37$$

$$S_T = 1.00$$

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.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 109 di 201

9.3.5 Criteri di verifica a presso(tenso)flessione (STR)

La verifica a flessione, condotta per la platea di fondazione, consiste nell'assicurare che in ogni sezione il momento resistente risulti superiore o uguale al momento flettente di calcolo.

Con riferimento alle sezioni presso-inflesse del paramento e semplicemente inflesse della zattera, le verifiche di resistenza (SLU) si eseguono controllando che:

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

dove:

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

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

Le verifiche di tutti gli elementi sono state effettuate in base a semplici schemi noti della Scienza delle Costruzioni.

9.3.6 Criteri di verifica a taglio (STR)

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

La verifica di resistenza si pone con:

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

con:

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

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

dove:

d è l'altezza utile della sezione;

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 110 di 201

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

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

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

$\gamma_c = 1.5$.

9.4 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1*(B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	17.29
Mm2 =	$Pm2*(B1+B2+0,5*B3)$	(kNm/m)	47.50
Mm3 =	$Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00
Mm4 =	$Pm4*(B/2)$	(kNm/m)	242.00
Mm5 =	$Pm5*(B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	306.78
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)$	(kNm/m)	724.30
Mt2 =	$Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)$	(kNm/m)	0.00
Msovr =	$Sovr*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	140.30
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	864.60
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	131.53125
Sovr acc. Sism	$*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))$	(kNm/m)	26.30625

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 111 di 201

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

SLE

- Spinta totale condizione statica			
$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)		57.05
$Sq \text{ perm} = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)		17.79
$Sq \text{ acc} = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)		16.68
- Componente orizzontale condizione statica			
$Sth = St \cdot \cos \delta$	(kN/m)		51.57
$Sqh \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)		16.08
$Sqh \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)		15.08
- Componente verticale condizione statica			
$Stv = St \cdot \sin \delta$	(kN/m)		24.41
$Sqv \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)		7.61
$Sqv \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)		7.14
- Spinta passiva sul dente			
$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)		0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

SLE

$MSt1 = Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m)		88.18
$MSt2 = Stv \cdot B$	(kNm/m)		107.40
$MSq1 \text{ perm} = Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)		41.25
$MSq1 \text{ acc} = Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)		38.68
$MSq2 \text{ perm} = Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)		33.50
$MSq2 \text{ acc} = Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)		31.40
$MSp = \gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)		0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$Mfext1 = mp + m$	(kNm/m)		3.39
$Mfext2 = (fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		0.00
$Mfext3 = (vp+v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		9.74

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 112 di 201

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	16.12
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	8.06

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	29.47
Ptsv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	14.73

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	4.72
MPs2 h=	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	11.83
MPs3 h=	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h=	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	5.14
MPs5 h=	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	21.69

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.81
MPs2 v=	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	2.22
MPs3 v=	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 v=	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	11.31
MPs5 v=	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v=	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	14.33

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	72.15
MPts2 h=	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h=	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	72.15

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	33.84
MPts2 v=	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v=	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v=	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	33.84

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	113 di 201

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta totale condizione statica				
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 57.05	74.17	79.59
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 17.79	23.13	24.82
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m) 16.68	25.02	31.74
- Componente orizzontale condizione statica				
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 51.57	67.04	74.14
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 16.08	20.91	23.12
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 15.08	22.62	29.56
- Componente verticale condizione statica				
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 24.41	31.73	28.96
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 7.61	9.90	9.03
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 7.14	10.71	11.55
- Spinta passiva sul dente				
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0.00	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m) 88.18	114.63	126.78
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m) 107.40	139.62	127.42
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 41.25	53.63	59.31
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m) 38.68	58.01	75.82
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 33.50	43.55	39.74
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 31.40	47.11	50.81
MSp =	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m) 3.39	4.40	3.73
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m) 0.00	0.00	0.00
Mfext3 =	$(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 9.74	9.74	8.76

Spinte e momenti SLV A1+

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 114 di 201	

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Spinta condizione sismica +					
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	57.05	57.05	72.36
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	16.76	16.76	19.33
Ssq1 perm=	$qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	21.99	21.99	27.32
Ssq1 acc =	$qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	4.12	4.12	5.12
- Componente orizzontale condizione sismica +					
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	51.57	51.57	67.40
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	15.15	15.15	18.00
Ssq1h perm=	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	19.88	19.88	25.45
Ssq1h acc=	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.73	3.73	4.77
- Componente verticale condizione sismica +					
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	24.41	24.41	26.33
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	7.17	7.17	7.03
Ssq1v perm=	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.41	9.41	9.94
Ssq1v acc=	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.76	1.76	1.86
- Spinta passiva sul dente					
Sp=	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Condizione sismica +					
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	88.18	88.18	115.25
MSst1 sism=	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	25.90	25.90	30.78
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	107.40	107.40	115.84
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	31.55	31.55	30.94
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	60.55	60.55	77.51
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	49.17	49.17	51.93
MSp =	$\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)	3.39	
Mfext2 =	$(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00	
Mfext3 =	$(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	9.74	

Spinte e momenti SLV A1-

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 115 di 201	

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Spinta condizione sismica -					
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma^* (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	57.05	57.05	72.36
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma^* (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$	(kN/m)	11.57	11.57	12.73
Ssq1 perm=	$qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	22.45	22.45	27.84
Ssq1 acc =	$qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	4.21	4.21	5.22
- Componente orizzontale condizione sismica -					
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	51.57	51.57	67.40
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	10.46	10.46	11.86
Ssq1h perm=	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	20.29	20.29	25.93
Ssq1h acc=	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.81	3.81	4.86
- Componente verticale condizione sismica -					
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	24.41	24.41	26.33
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	4.95	4.95	4.63
Ssq1v perm=	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.61	9.61	10.13
Ssq1v acc=	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.80	1.80	1.90
- Spinta passiva sul dente					
Sp=	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Condizione sismica -					
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	88.18	88.18	115.25
MSst1 sism=	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	17.89	17.89	20.28
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	107.40	107.40	115.84
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	21.79	21.79	20.39
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	61.81	61.81	78.99
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	50.19	50.19	52.92
MSp =	$\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp+ms$	(kNm/m)	3.39	
Mfext2 =	$(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00	
Mfext3 =	$(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	9.74	

Spinte e momenti SLU A2

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	116 di 201

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
- Spinta totale condizione statica					
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	57.05	72.36	79.59
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	17.79	22.57	24.82
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	16.68	27.50	31.74
- Componente orizzontale condizione statica					
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	51.57	67.40	74.14
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	16.08	21.02	23.12
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	15.08	25.62	29.56
- Componente verticale condizione statica					
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	24.41	26.33	28.96
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	7.61	8.21	9.03
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	7.14	10.01	11.55
- Spinta passiva sul dente					
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO	EQU	
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	88.18	115.25	126.78
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m)	107.40	115.84	127.42
MSq1 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	41.25	53.92	59.31
MSq1 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	38.68	65.71	75.82
MSq2 perm =	$Sq \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	33.50	36.13	39.74
MSq2 acc =	$Sq \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	31.40	44.03	50.81
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$m_p + m$	(kNm/m)	3.39	3.39	3.73
Mfext2 =	$(f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	9.74	9.74	8.76

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>117 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	117 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	117 di 201								

Spinte e momenti SLV A2+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	57.05	72.36	72.36
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	16.76	19.33	19.33
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	21.99	27.32	27.32
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	4.12	5.12	5.12

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	51.57	67.40	67.40
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	15.15	18.00	18.00
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	19.88	25.45	25.45
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.73	4.77	4.77

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	24.41	26.33	26.33
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	7.17	7.03	7.03
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.41	9.94	9.94
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.76	1.86	1.86

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	88.18	115.25	115.25
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	25.90	30.78	30.78
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	107.40	115.84	115.84
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	31.55	30.94	30.94
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	60.55	77.51	77.51
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	49.17	51.93	51.93
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)		3.39	
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		0.00	
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		9.74	

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 118 di 201

Spinte e momenti SLV A2-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	57.05	72.36	72.36
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	11.57	12.73	12.73
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	22.45	27.84	27.84
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	4.21	5.22	5.22

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	51.57	67.40	67.40
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	10.46	11.86	11.86
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	20.29	25.93	25.93
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	3.81	4.86	4.86

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	24.41	26.33	26.33
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	4.95	4.63	4.63
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	9.61	10.13	10.13
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	1.80	1.90	1.90

- Spinta passiva sul dente

Sp = $\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00	0.00
--	--------	------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO	EQU
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	88.18	115.25	115.25
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	17.89	20.28	20.28
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	107.40	115.84	115.84
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	21.79	20.39	20.39
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	61.81	78.99	78.99
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	50.19	52.92	52.92
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)		3.39	
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)		0.00	
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)		9.74	

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 119 di 201

9.4.1 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2.

verifica SLU

Risultante forze verticali (N)	Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$	526.31	585.78	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)			
$T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$	114.04	114.04	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)			
$MM = \Sigma M$	1138.83	1309.83	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)			
$M = X_c * N - MM$	19.05	-21.10	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' * N_c * i_c + q_0 * N_q * i_q + 0,5 * \gamma_1 * B * N_{\gamma} * i_{\gamma}$$

$c' =$	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kPa)
$\phi_1 =$	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.56		(°)
$\gamma_1 =$	peso unità di volume terreno fondaz.	8.41		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma * d * H_2 =$	sovraccarico stabilizzante	19.20		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.04	-0.04	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.33	4.33	(m)

I valori di N_c , N_q e N_{γ} sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	12.59		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	23.18		(-)
$N_{\gamma} = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	13.58		(-)

I valori di i_c , i_q e i_{γ} sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.61	0.65	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.58	0.58	(-)
$i_{\gamma} = (1 - T / (N + B * c' * \cot(\phi)))^{m+1}$		0.48	0.48	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	267.10	275.54	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.20	>	1
		Nmax	2.04	>	

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo			IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	120 di 201

verifica SLV +

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$		549.04	558.19	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		159.84		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		1107.22	1133.53	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		100.66	94.48	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
φ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.56		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	8.41		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d^* H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.20		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.18	0.17	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.03	4.06	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) e^{(\pi \tan \varphi)}$	(1 in cond. nd)	12.59		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\varphi)$	(2+ π in cond. nd)	23.18		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\varphi)$	(0 in cond. nd)	13.58		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \varphi))^m$	(1 in cond. nd)	0.50	0.51	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.46	0.47	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \varphi))^{m+1}$		0.36	0.36	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	203.50	205.72	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.49	>	1
		Nmax	1.50	>	

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 121 di 201

verifica SLV -

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$		502.64	511.79	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$		154.28		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		1010.34	1036.65	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		95.47	89.29	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	0.00		(kN/mq)
ϕ'	angolo di attrito terreno di fondaz.	26.56		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	8.41		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.20		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.19	0.17	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	4.02	4.05	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	12.59		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	23.18		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	13.58		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.48	0.49	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.44	0.44	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cot(\phi')))^{m+1}$		0.33	0.33	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	192.53	194.96	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	1.54	>	1
		Nmax	1.54	>	

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 122 di 201

9.4.2 Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2. Nella risultante delle forze verticale N non si tiene conto, a vantaggio di sicurezza, del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

verifica SLU

Risultante forze verticali (N)				
N =	$P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv\text{ perm}} + S_{qv\text{ acc}}$	526.31	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{th} + S_{qh} + f$	114.04	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$\text{tg}\rho_1'$	0.50	(-)	
Fs scorr.	$(N \cdot f + S_p) / T$	2.31	>	1

verifica SLV+

Risultante forze verticali (N)				
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	549.04	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	159.84	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$\text{tg}\rho_1'$	0.50	(-)	
Fs =	$(N \cdot f + S_p) / T$	1.72	>	1

verifica SLV-

Risultante forze verticali (N)				
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$	502.64	(kN/m)	
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$	154.28	(kN/m)	
Coefficiente di attrito alla base (f)				
f =	$\text{tg}\rho_1'$	0.50	(-)	
Fs =	$(N \cdot f + S_p) / T$	1.63	>	1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 123 di 201

9.4.3 Verifica EQU a ribaltamento

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione EQU+M2+R2. Anche qui, a vantaggio di sicurezza, non si tiene conto del contributo stabilizzante del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

verifica SLU

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	1091.06	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp	47.68	(kNm/m)	
Fs ribaltamento	Ms / Mr	22.89	>	1

verifica SLV+

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	1181.11	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	73.89	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	15.98	>	1

verifica SLV-

Momento stabilizzante (Ms)				
Ms =	Mm + Mt + Mfext3	1181.11	(kNm/m)	
Momento ribaltante (Mr)				
Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	170.77	(kNm/m)	
Fr =	Ms / Mr	6.92	>	1

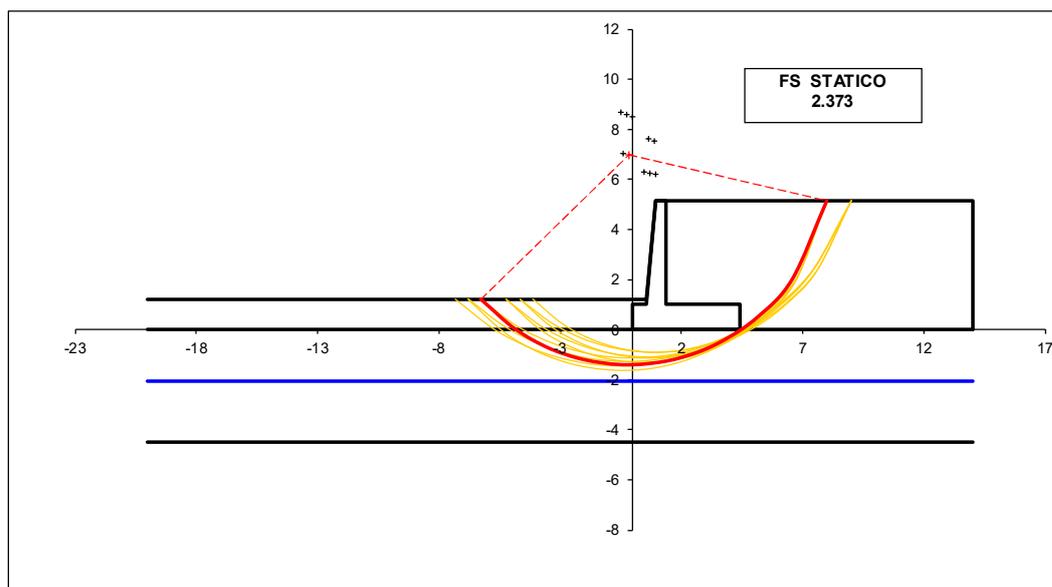
9.4.4 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il

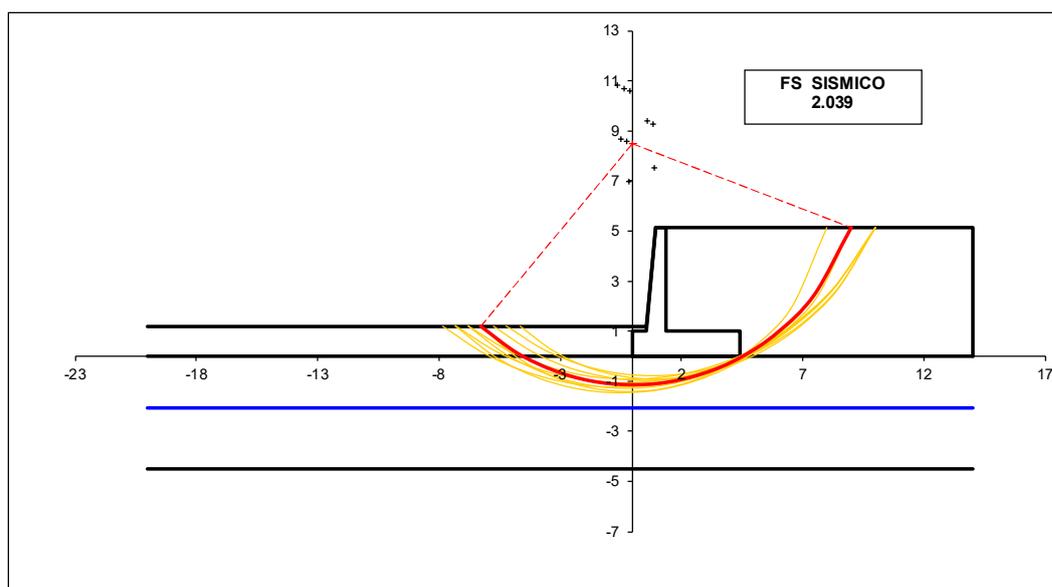
APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A PAGINA 124 di 201

coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata:
R2=1.10.

Verifica in condizioni statiche



Verifica in condizioni sismiche



Tutte le verifiche sono soddisfatte.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M		LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A

9.4.5 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

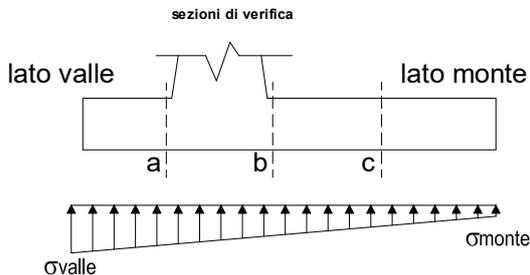
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.40 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.23 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	548.74	-15.57	119.89	129.54
	617.37	-61.89	121.13	159.49
	547.31	58.54	142.53	106.25
sisma+	556.46	52.37	142.70	110.24
	499.74	52.20	129.76	97.40
sisma-	508.89	46.03	129.92	101.39



Mensola Lato Valle

$$PP = 25.00 \quad (kN/m)$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	119.89	121.07	13.79	51.37
	121.13	125.82	14.14	52.98
	142.53	138.10	16.63	62.44
sisma+	142.70	138.73	16.84	62.54
	129.76	125.80	15.14	55.58
sisma-	129.92	126.43	15.02	55.69

Mensola Lato Monte

$$PP = 25.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 0.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	103.40	125.90	106.40	(kN/m ²)
pvb	103.40	125.90	106.40	(kN/m ²)
pvc	103.40	125.90	106.40	(kN/m ²)

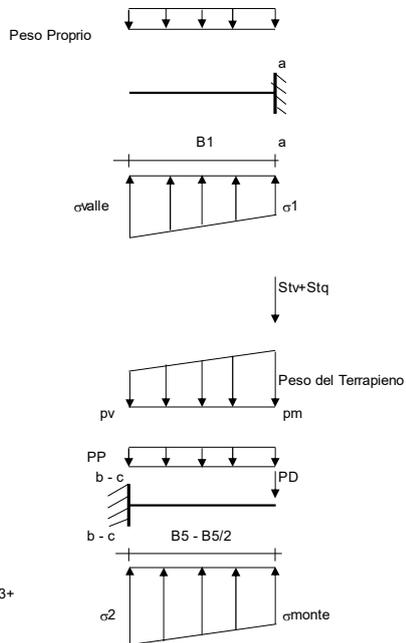
$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 - (St_v + Sq_v) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 - (St_v + Sq_v) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B / 2 - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	V_b	σ_{2c}	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	129.54	122.85	-164.69	-59.06	126.19	-79.78	-53.15
	159.49	132.90	-160.89	-66.68	146.20	-74.97	-49.37
	106.25	131.40	-222.34	-90.26	118.82	-93.06	-76.10
sisma+	110.24	132.74	-222.49	-91.70	121.49	-92.58	-75.81
	97.40	119.83	-205.86	-82.82	108.61	-86.90	-70.35
sisma-	101.39	121.17	-204.70	-83.41	111.28	-86.09	-69.63



APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 126 di 201	

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \quad h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \sum P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

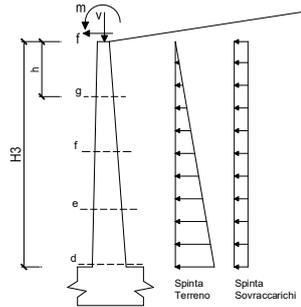
$$V_{t\ stat} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t\ sism} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \sum P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	59.81	72.36	4.40	136.58	8.47	62.57	71.04
e-e	3.10	25.23	40.70	4.40	70.34	8.47	42.94	51.41
f-f	2.07	7.48	18.09	4.40	29.97	8.47	25.97	34.43
g-g	1.03	0.93	4.52	4.40	9.86	8.47	11.65	20.12

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	43.45	35.04	0.00	78.49
e-e	3.10	24.44	26.28	0.00	50.72
f-f	2.07	10.86	17.52	0.00	28.38
g-g	1.03	2.72	8.76	0.00	11.48

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	46.01	14.95	39.24	3.39	10.70	114.30	8.47	65.49	73.96
e-e	3.10	19.41	6.31	22.07	3.39	5.64	56.82	8.47	44.95	53.41
f-f	2.07	5.75	1.87	9.81	3.39	2.33	23.15	8.47	27.18	35.65
g-g	1.03	0.72	0.23	2.45	3.39	0.54	7.33	8.47	12.20	20.66

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	33.42	10.86	19.00	0.00	5.85	69.13
e-e	3.10	18.80	6.11	14.25	0.00	4.01	43.18
f-f	2.07	8.36	2.72	9.50	0.00	2.43	23.00
g-g	1.03	2.09	0.68	4.75	0.00	1.09	8.61

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	46.01	10.33	40.06	3.39	10.70	110.49	8.47	59.65	68.11
e-e	3.10	19.41	4.36	22.54	3.39	5.64	55.33	8.47	40.93	49.40
f-f	2.07	5.75	1.29	10.02	3.39	2.33	22.78	8.47	24.75	33.22
g-g	1.03	0.72	0.16	2.50	3.39	0.54	7.31	8.47	11.11	19.58

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	33.42	7.50	19.40	0.00	5.85	66.17
e-e	3.10	18.80	4.22	14.55	0.00	4.01	41.58
f-f	2.07	8.36	1.88	9.70	0.00	2.43	22.36
g-g	1.03	2.09	0.47	4.85	0.00	1.09	8.50

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 5 Ø20

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 127 di 201
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo								

Posizione 4: 1 registro 5 Ø20

Posizione 5: 1 registro 5 Ø20

Posizione 7: 1 registro 5 Ø20

- Armatura trasversale

Non necessaria

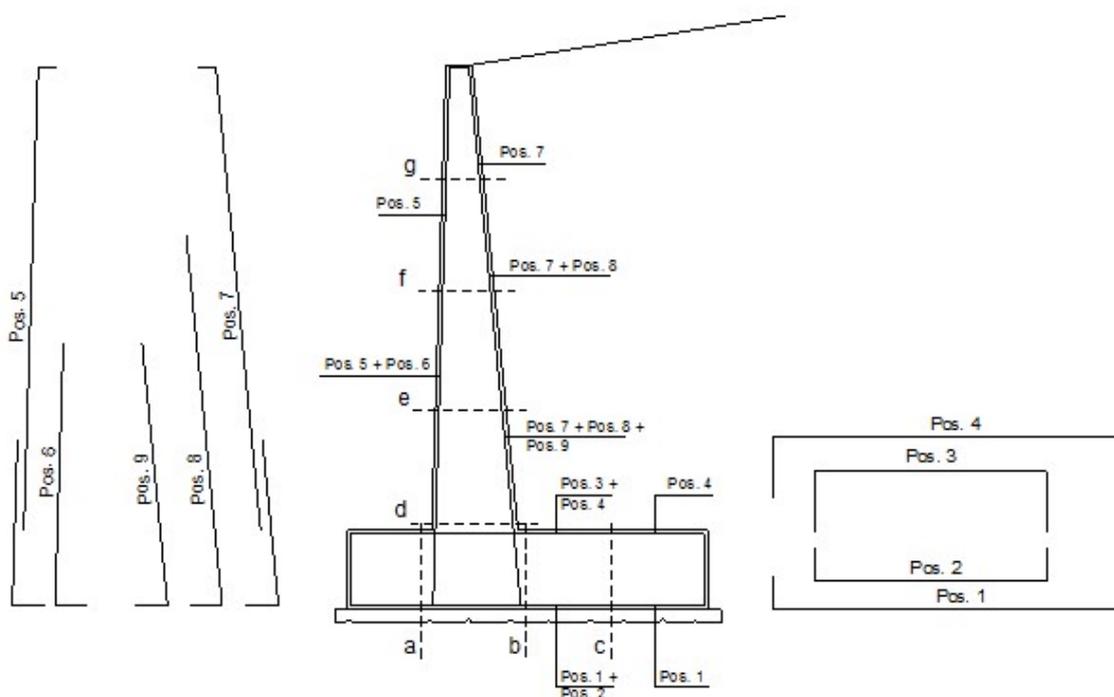


Figura 73-Schema armature

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	128 di 201

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	16.84	0.00	1.00	15.71	15.71	562.74
b - b	-222.49	0.00	1.00	15.71	15.71	562.74
c - c	-93.06	0.00	1.00	15.71	15.71	562.74
d - d	136.58	71.04	0.81	15.71	15.71	471.53
e - e	70.34	51.41	0.71	15.71	15.71	398.85
f - f	29.97	34.43	0.61	15.71	15.71	328.82
g - g	9.86	20.12	0.50	15.71	15.71	261.04

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	62.54	1.00	326.08		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	91.70	1.00	326.08		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	76.10	1.00	326.08		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
d - d	78.49	0.81	284.82		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	50.72	0.71	253.33		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	28.38	0.61	223.06		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	11.48	0.50	200.21		20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

9.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 129 di 201
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo								

calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): $0.55 f_{ck}$
- Combinazione di carico quasi permanente: $0.40 f_{ck}$

Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): $0.75 f_{yk}$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 130 di 201

9.5.1 Verifiche a fessurazione

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.40 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.23 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Rara	520.93	-35.89	107.27	129.51
	566.68	-66.77	108.10	149.48

Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 25.00 \text{ (kN/m)}$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	107.27	109.99	12.04
	108.10	113.16	12.27

Mensola Lato Monte

$$\text{PP} = 25.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

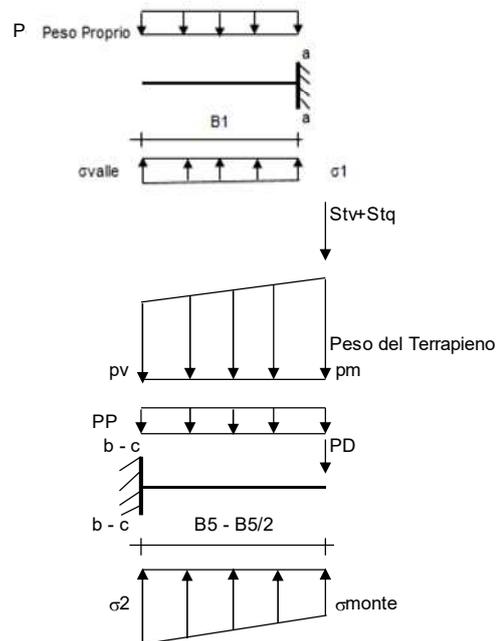
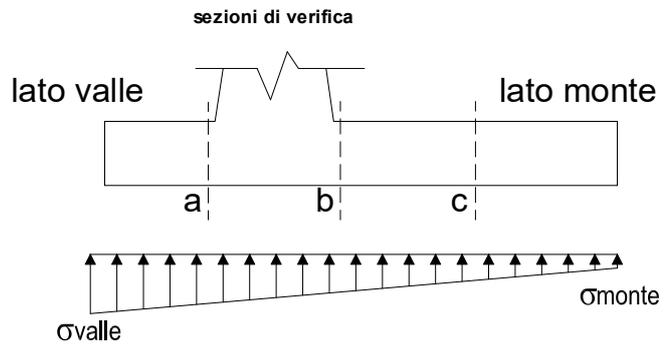
$$\text{PD} = 0.00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

	Nmin	N max	Freq	N max	QP
pm	= 98.60	113.60	113.60	(kN/m ²)	
pvb	= 98.60	113.60	113.60	(kN/m ²)	
pvc	= 98.60	113.60	113.60	(kN/m ²)	

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot B^2 - PD \cdot (B^2 - B \cdot d / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B^2 / 2)^2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B^2 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (B^2 / 2)^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot (B^2 / 2) - PD \cdot (B^2 / 2 - B \cdot d / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	σ_{2c}	M_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN/m ²]	[kNm]
Rara	129.51	114.09	-115.83	121.80	-55.83
	149.48	120.79	-113.30	135.14	-52.62



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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 131 di 201				

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

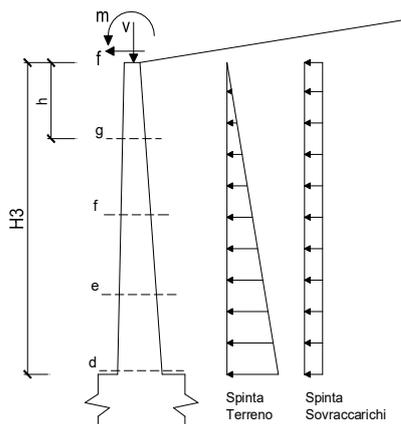
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



condizione Rara

sezione	h [m]	M _t [kNm/m]	M _q [kNm/m]	M _{ext} [kNm/m]	M _{tot} [kNm/m]	N _{ext} [kN/m]	N _{pp} [kN/m]	N _{tot} [kN/m]
d-d	4.13	46.01	51.80	3.39	101.20	8.47	62.57	71.04
e-e	3.10	19.41	29.14	3.39	51.94	8.47	42.94	51.41
f-f	2.07	5.75	12.95	3.39	22.09	8.47	25.97	34.43
g-g	1.03	0.72	3.24	3.39	7.34	8.47	11.65	20.12

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	12.27	0.00	1.00	15.71	15.71	0.14	8.98	0.015	0.200
b - b	-115.83	0.00	1.00	15.71	15.71	1.31	84.76	0.141	0.200
c - c	-55.83	0.00	1.00	15.71	15.71	0.63	40.85	0.068	0.200
d - d	101.20	71.04	0.81	15.71	15.71	1.67	72.31	0.120	0.200
e - e	51.94	51.41	0.71	15.71	15.71	1.09	40.74	0.068	0.200
f - f	22.09	34.43	0.61	15.71	15.71	0.61	18.43	0.027	0.200
g - g	7.34	20.12	0.50	15.71	15.71	0.28	6.02	0.008	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>132 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	132 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	132 di 201								

9.5.2 Verifiche alle tensioni

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

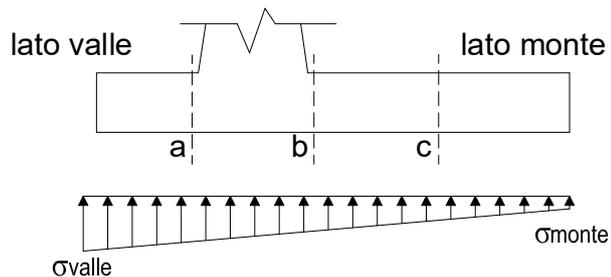
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 4.40 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 3.23 \quad (m^3)$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	520.93	-35.89	107.27	129.51
	566.68	-66.77	108.10	149.48

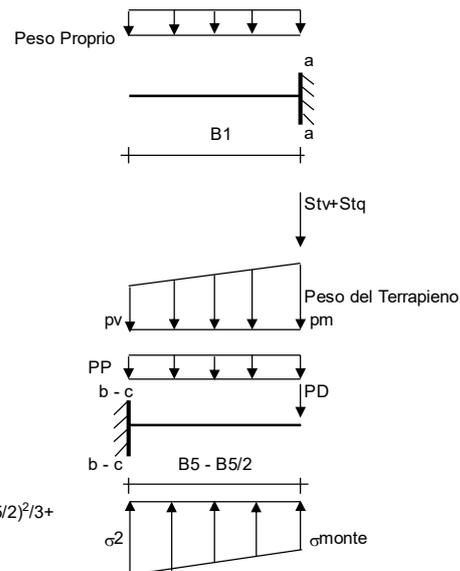


Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio.} \quad PP = 25.00 \quad (kN/m)$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M _a [kNm]
statico	107.27	109.99	12.04
	108.10	113.16	12.27



Mensola Lato Monte

$$PP = 25.00 \quad (kN/m^2) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 0.00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

$$N_{min} \quad N_{max \text{ stat}} \quad N_{max \text{ sism}}$$

$$p_m = 98.60 \quad 113.60 \quad 101.60 \quad (kN/m^2)$$

$$p_{vb} = 98.60 \quad 113.60 \quad 101.60 \quad (kN/m^2)$$

$$p_{vc} = 98.60 \quad 113.60 \quad 101.60 \quad (kN/m^2)$$

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(St_v + Sq_v) \cdot B^2 - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 3 +$$

$$-(St_v + Sq_v) \cdot (B_5 / 2) - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_{2b} [kN/m ²]	M _b [kNm]	σ_{2c} [kN/m ²]	M _c [kNm]
statico	129.51	114.09	-115.83	121.80	-55.83
	149.48	120.79	-113.30	135.14	-52.62

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 133 di 201

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

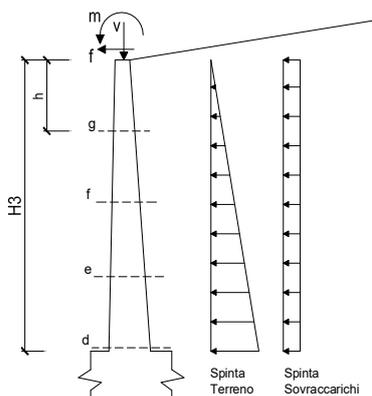
$$M_{stat} = \frac{1}{2} K_{a_{onizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{onizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.13	46.01	51.80	3.39	101.20	8.47	62.57	71.04
e-e	3.10	19.41	29.14	3.39	51.94	8.47	42.94	51.41
f-f	2.07	5.75	12.95	3.39	22.09	8.47	25.97	34.43
g-g	1.03	0.72	3.24	3.39	7.34	8.47	11.65	20.12

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ _c	σ _f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	12.27	0.00	1.00	15.71	15.71	0.14	8.98
b - b	-115.83	0.00	1.00	15.71	15.71	1.31	84.76
c - c	-55.83	0.00	1.00	15.71	15.71	0.63	40.85
d - d	101.20	71.04	0.81	15.71	15.71	1.67	72.31
e - e	51.94	51.41	0.71	15.71	15.71	1.09	40.74
f - f	22.09	34.43	0.61	15.71	15.71	0.61	18.43
g - g	7.34	20.12	0.50	15.71	15.71	0.28	6.02

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}=12.80$ MPa). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>134 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	134 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	134 di 201								

9.6 INCIDENZE ARMATURE MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA

Il calcolo delle incidenze viene eseguito tenendo conto dell'intero elemento strutturale, con incrementi che tengono conto degli eventuali infittimenti e delle chiusure.

PARAMENTO MURO DIRETTO				
VOLUME CLS (mc)				36,1
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
vert. int.	20	4,5	68	754,3
vert. est.	20	4,5	68	754,3
long. int.	16	14,2	21	470,4
long. est.	16	14,2	21	470,4
long. inf.	0	14,2	21	0,0
long. sup.	16	14,2	3	67,2
				0,0
legature	12	0,9	506	404,1
				0,0
				0,0
				0,0
				0,0
INCREMENTO % per infittimenti e chiusure				20%
PESO TOTALE ARMATURA				3505
INCIDENZA (kg/mc)				100

FONDAZIONE MURO DIRETTO				
VOLUME CLS (mc)				59,8
	ϕ	L	n.	P
	(mm)	(m)	-	(kg)
long. Inf.	20	4,32	68	724,1
long sup.	20	4,32	68	724,1
trasv. inf.	20	14,2	22	770,0
trasv. sup.	20	14,2	22	770,0
chiusura	20	3,6	68	603,4
				0,0
cavallotti	14	2,6	94	295,2
attesa	20	2,43	68	407,3
sovrappos.	20	1,2	22	65,1
sovrappos.	20	1,2	22	65,1
				0,0
				0,0
INCREMENTO % per infittimenti e chiusure				20%
PESO TOTALE ARMATURA				5309
INCIDENZA (kg/mc)				90

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 135 di 201

10 MURI ANDATORI IN SINISTRA SU PALI

Nel seguito del presente paragrafo si riportano i criteri generali di Analisi ed i risultati del dimensionamento del muro di sostegno da realizzare in prossimità delle sezioni di imbocco del Sottovia, al fine di contenere localmente il corpo del rilevato ferroviario.

Trattasi del muro andatore in sinistra con fondazione su pali.

10.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE

L'analisi delle opere è stata eseguita con modelli semplificati avvalendosi di fogli di calcolo, considerando le azioni derivanti dai pesi propri di muro e terreno di riempimento e dai sovraccarichi accidentali.

In condizioni sismiche, l'analisi è stata eseguita mediante metodo pseudo-statico, ipotizzando il cuneo di terreno a tergo del paramento dell'opera in equilibrio limite attivo, così come specificato al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2008.

10.1.1 Geometria di calcolo muro

Trattasi di muro su fondazione indiretta. La lunghezza è di 13.60 m.

Si adotta, in definitiva, la seguente geometria di calcolo.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A PAGINA 136 di 201

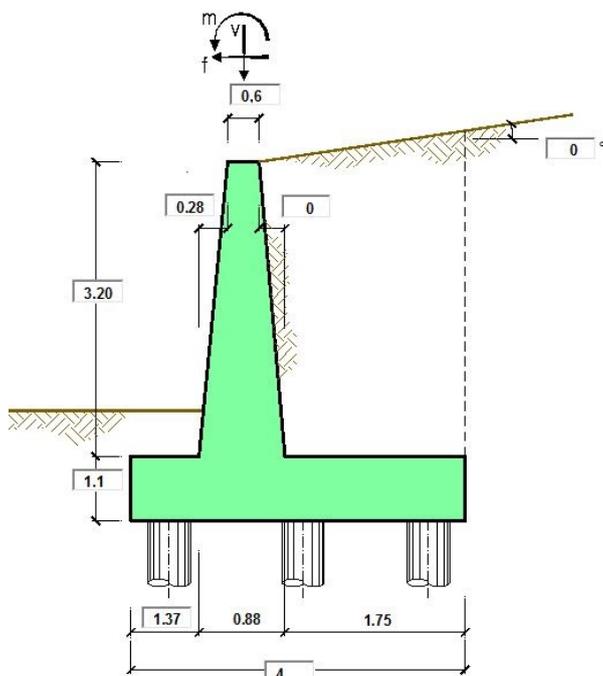


Figura 74- Geometria di calcolo del muro

10.1.2 Geometria di calcolo pali

Trattasi di pali trivellati di diametro 0.80 m e lunghezza 16.00 m, disposti così come nelle figure a seguire.

Si adotta, in definitiva, la seguente geometria di calcolo.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 137 di 201
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	

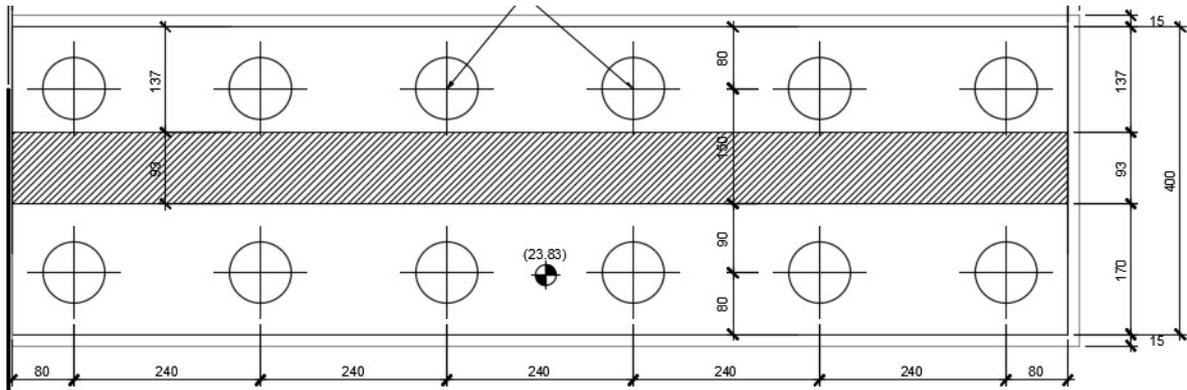


Figura 75-Geometria calcolo pali

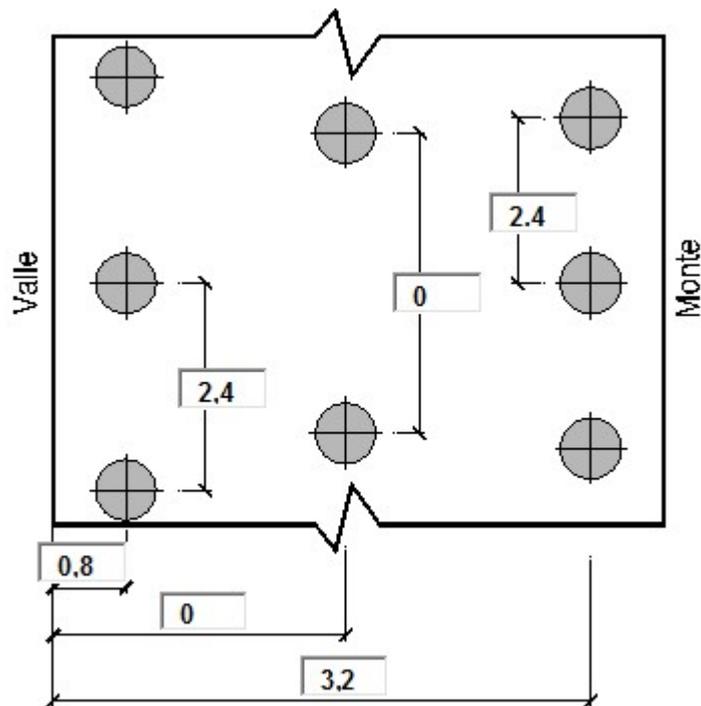


Figura 76- Geometria calcolo pali

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>138 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	138 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	138 di 201								

10.2 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$.
 Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume $\gamma_{rint} = 20 \text{ kN/m}^3$.

Con riferimento alla figura mostrata sotto:

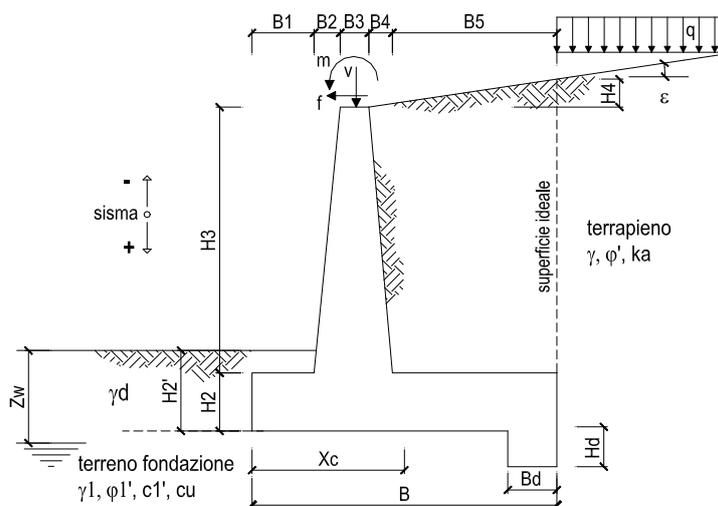


Figura 77-Geometria muro

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 139 di 201

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	3.20	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.28	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.60	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	4.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	1.10	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	1.37	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.75	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

si calcola:

FORZE VERTICALI

			SLE
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	11.20
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	48.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	110.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4$	(kN/m)	169.20
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$	(kN/m)	112.00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma') / 2$	(kN/m)	0.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	28.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	140.00
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	28
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	5.6

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 10.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 140 di 201

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a $2/3 \varphi$;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Peso permanente non strutturale

Per pesi permanenti non strutturali si intendono le azioni associate alla presenza del ballast, del rivestimento del parapetto esterno del muro, del terreno di riporto già menzionato nonché alla barriera antirumore.

Il peso permanente dato dalla presenza del ballast è stato considerato un carico

permanente $qp = 16.00 \frac{kN}{m^2}$

L'azione che deriva dal rivestimento del parapetto è modellata all'interno del foglio di calcolo mediante l'utilizzo di una forza concentrata in testa al muro pari al peso totale che da essa derivata più un momento di trasporto atto a tenere in conto in reale punto di applicazione di questa forza.

Considerando un rivestimento di 12 cm in pietra di tufo, risulta:

$$vp = 17.00 \cdot 0.12 \cdot 2.20 \frac{kN}{m} = 4.49 \frac{kN}{m}$$

$$mp = 17.00 \cdot 0.12 \cdot 6.00 \cdot 0.52 \frac{kN \cdot m}{m} = 2.33 \frac{kN \cdot m}{m}$$

L'azione che deriva dalla barriera antirumore è modellata all'interno del foglio di calcolo mediante l'utilizzo di una forza concentrata in testa al muro pari al peso totale che da essa derivata. Il momento di trasporto atto a tenere in conto in reale punto di applicazione di questa forza non è stato considerato, risultando tale scelta a vantaggio di sicurezza.

$$vp = 4.00 \cdot 6.00 \frac{kN}{m} = 24.00 \frac{kN}{m}$$

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>141 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	141 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	141 di 201								

Sovraccarichi accidentali- Carichi ferroviari

Trattandosi di opere di sostegno poste a margine della sede Ferroviaria, per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente:

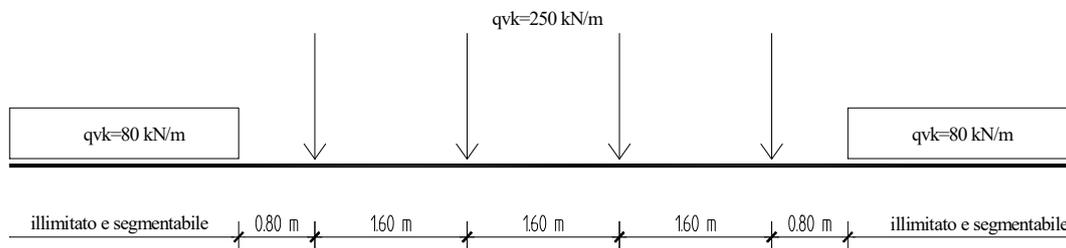


Figura 78 - Treno LM71

A tali carichi si deve applicare il coefficiente $\alpha=1$ ai sensi del par. 3.5.2.3.6 del Manuale RFI sull'incremento dinamico delle azioni sui muri di sostegno e delle S.T.I. per tipi di traffico analogo a quello della linea in oggetto.

In senso longitudinale, si è assunto che il carico si distribuisca sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a 6.40 m.

$$q = 250 \times 4 / 6.40 = 156.25 \text{ kN/m}$$

In senso trasversale, questo carico è stato distribuito attraverso il ricoprimento costituito dal ballast con una pendenza 1 a 4 ($Q = 156.25/3 = 52.08 \text{ kN/m}^2$) e nel corpo del rilevato secondo l'angolo d'attrito del terreno (Figura 72).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A PAGINA 142 di 201

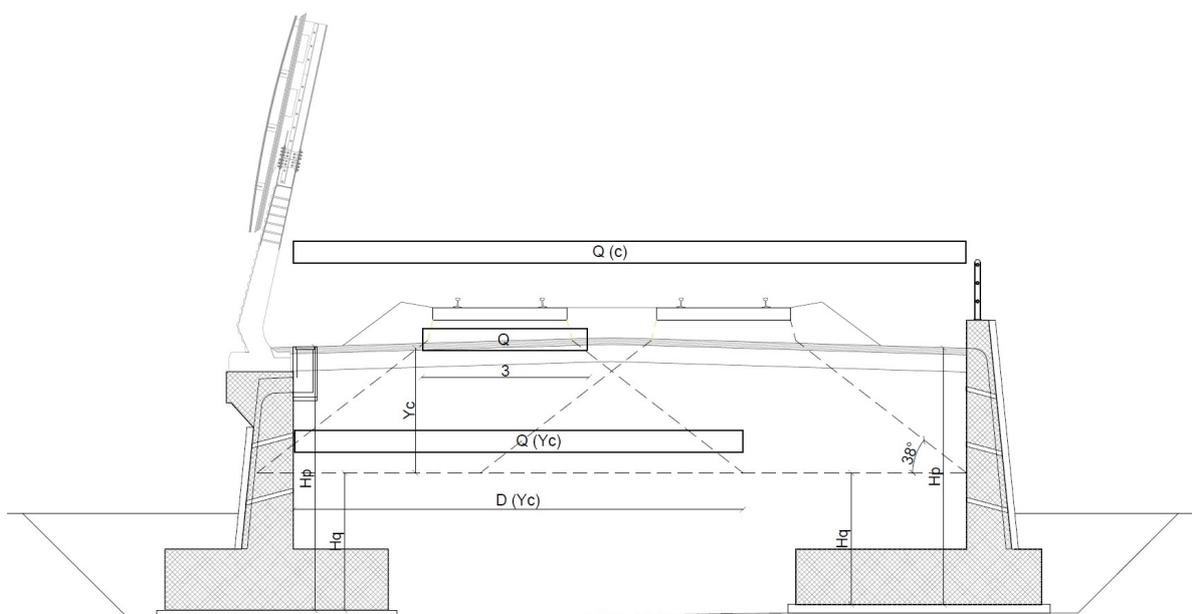


Figura 79-Schema di diffusione del carico accidentale

Detto Q_c il valore convenzionale del sovraccarico accidentale da considerare sul piano limite del terrapieno a monte dell'opera di sostegno, risulta:

$$Q_c = \frac{Q'(y_c) \cdot H_q}{H_p} = 10.10 \frac{KN}{m^2}$$

dove:

$$Q'(y_c) = \frac{52.08 \cdot 3 \text{ KN}}{D(y_c)} = 19.40 \frac{KN}{m^2}$$

Rimandando per le simbologie utilizzate a quanto rappresentato nei grafici precedenti si riporta nel seguito una tabella riassuntiva di quanto detto.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 143 di 201

D(yc)	Hq	Hp	Q (yc)	Q'c
m	m	m	KN/m ²	KN/m ²
8.05	2.47	4.75	19.40	10.10

Il valore Q'c così calcolato viene cautelativamente amplificato per 1.5 per tenere conto della parziale sovrapposizione con un analogo carico accidentale sul binario più lontano. Pertanto, a vantaggio di sicurezza, sul muro in questione si considera un sovraccarico accidentale:

$$Q_c \approx 16 \text{ kN/m}^2$$

Vento

Il calcolo dell'azione del vento è stato condotto secondo quanto riportato al par. 3.3 del DM 2008. L'azione del vento viene convenzionalmente considerata come un'azione statica agente in direzione orizzontale. La pressione normale alle superfici è stata valutata mediante l'espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove:

q_b è la pressione cinematica di riferimento;

c_e è il coefficiente di esposizione;

c_p è il coefficiente di forma;

c_d è il coefficiente dinamico.

Dato un periodo di ritorno T_r=75 anni e l'area in cui sorge l'opera ne conseguono i parametri nel seguito riportati:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 144 di 201

Zona	3		(Fig. 3.3.1 DM. 2008)
Altitudine del sito as	23	m	
Classe di rugosità	D		(Tab. 3.3.III DM. 2008)
Categoria di esposizione	2) II		(Fig. 3.3.2 DM. 2008)
Altitudine limite ao	500	m	(Tab. 3.3.I DM. 2008)
Velocità riferimento caratteristica vb,o	27	m/s	(per TR= 50 anni)
Periodo di ritorno	75	anni	
Coefficiente aR di amplificazione	1.02		(eq. C.3.3.2 Istruzioni)
Velocità riferimento vb (TR) = aR vb,o	27.63	m/s	
Coefficiente ka	0.02		(Tab. 3.3.I DM. 2008)
Coefficiente kr	0.19		(Tab. 3.3.II DM. 2008)
Altezza zo	0.05	m	(Tab. 3.3.II DM. 2008)
Altezza zmin	4	m	(Tab. 3.3.II DM. 2008)
Velocità di riferimento di calcolo vb	27.63	m/s	(funzione di as)
Pressione cinetica di riferimento qb	477.25	N/m ²	(eq. 3.3.4 DM. 2008)
Coefficiente di forma cp	1.4		
Coefficiente dinamico cd	1		
Coefficiente d'attrito cf	1		
Coefficiente di topografia ct	1		

Tabella 19-Parametri per il calcolo dell'azione del vento

Si ricorda che:

Per il calcolo del coefficiente di esposizione si è considerata z=6m pari all'altezza della barriera;

Per il calcolo di cp si è fatto riferimento a travi ad anima piena e reticolari (caso φ=1).

Ne consegue $p = 1.361 \text{ KN/m}^2$.

In definitiva, le azioni risultanti alla base della barriera/testa muro, schematizzate mediante un'azione orizzontale e da un momento concentrati, sono le seguenti:

$$f = 1.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 6 \text{ m} = 8.17 \text{ kN/m}$$

$$m = 8.17 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m} = 24.50 \text{ kNm/m}$$

Effetti aerodinamici associati al passaggio dei treni

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 145 di 201

Gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei treni sono analoghi a quelli del vento (carichi equivalenti statici sulle barriere anti-rumore).

L'intensità della pressione da considerare viene determinata secondo quanto indicato nel punto 1.4.6. delle Istruzioni, che riportano la figura 5.2.8 del DM 14 gennaio 2008.

Nel caso in esame la distanza delle barriere dai binari è pari a 4.65 m, da cui:

$$q_{1k} = \pm 0.19 \text{ kN/m}^2$$

Poiché la barriera ha un'altezza dal piano del ferro di circa 4.93 m e la distanza del piano del ferro dalla sommità della testa del muro su cui è ancorata la barriera è pari a 0.97 m, le sollecitazioni relative agli effetti aerodinamici risultano:

$$f = 0.19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot (4.93 \text{ m} + 0.97 \text{ m}) = 1.12 \text{ kN/m}$$

Il momento valutato rispetto alla testa del muro vale:

$$m = 1.12 \text{ kN/m} \cdot 2.95 \text{ m} = 3.30 \text{ kNm/m}$$

Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni riportate al paragrafo 3.10.3.1 del manuale RFI DTC SI CS MA IFS 001 A:

$$k_h = 2 \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e $a_g(g)$ compresa tra 0.2 e 0.4, si assume $\beta_m = 0.31$;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale.

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{max}}{g} = S_S \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 146 di 201

dove:

Ss = 1.37 tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

St = 1.00 tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{as} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{as} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

θ è l'angolo tale che $\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0.22	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.37	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.62	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.186868	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k_v	0.0934	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare		<input type="radio"/> si	<input checked="" type="radio"/> no

		SLE		STR/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	k_a	0.217		0.217
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	k_{as+}	0.325		0.325
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	k_{as-}	0.353		0.353

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 147 di 201

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_R \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato a metà altezza del muro, così come prescritto dalla norma per muri impediti di traslare e ruotare intorno al piede.

10.2.1 Combinazioni di carichi SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik}: azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q [Q_k + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik})]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	γ_F (γ_E)	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0,9÷1,1	1,0÷1,3	1,0÷1,0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3

Tabella 20-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 148 di 201

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$ nel caso di sovraccarichi stradali.

10.2.2 Combinazioni di carichi SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

10.3 CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed R_d l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso.

A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a seconda si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti.

In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 149 di 201

Carichi	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	γ_{G1}	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0
Perm. non strutturali	γ_{G2}	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Tabella 21- Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

Parametro	Parametro di riferimento	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza f'	$\tan \gamma'_k$	γ_f	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_g	1.00	1.00

Tabella 22-Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Per la stratigrafia attraversata dai pali si fa riferimento all'inquadramento geotecnico riportato al Cap. 5 della presente relazione, nonché a quanto riassunto nelle curve di carico limite riportate nel seguito e allegate alla Relazione Geotecnica.

Le verifiche SLU e GEO vengono effettuate con l'Approccio 1, che prevede due combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1 (A1+M1+R1)

Combinazione 2 (A2+M1+R2)

e con l'Approccio 2, che prevede la seguente combinazione di coefficienti:

Combinazione (A1+M1+R3)

La prima Combinazione dell'Approccio 1 viene utilizzata per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento strutturale, la seconda Combinazione dell'Approccio 2 per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento geotecnico, come specificato ai punti C6.4.3.1 e C6.5.3.1.1 delle Istruzioni ad eccezione della verifica a carico limite verticale dei pali dove si

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 150 di 201

utilizza l'unica combinazione prevista dall'Approccio 2. I coefficienti parziali di sicurezza sono pari a:

Resistenza del palo	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Resistenza alla punta	γ_P	1.00	1.70	1.35
Resistenza laterale (in compressione)	γ_L	1.00	1.45	1.15
Resistenza laterale (in trazione)	γ_{LT}	1.00	1.60	1.25

Tabella 23-Coefficienti R

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, esse verranno effettuate considerando, per i diversi stati limite, i coefficienti amplificativi delle azioni (A) di valore unitario, come indicato al punto C7.11.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2008.

Ricapitolando, le verifiche riportate nel seguito della presente saranno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite e con gli approcci metodologici di fianco riportati.

SLU di tipo geotecnico (GEO)

Carico limite del singolo palo di fondazione per azioni verticali *A1+M1+R3*
Carico limite del singolo palo di fondazione per azioni orizzontali *A2+M1+R2*

SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali *A1+M1+R1*

10.3.1 Carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)

Per tali criteri si rimanda all'apposito capitolo della Relazione Geotecnica IF1M.0.0.E.ZZ.RB.VI.01.0.0.001.

10.3.2 Carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)

I valori di progetto della resistenza si ottengono dal valore caratteristico, determinato utilizzando la teoria di Broms. Si assume, in pratica, che il comportamento dell'interfaccia palo-terreno sia rigido-perfettamente plastico, e cioè che la resistenza del terreno si mobiliti interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento e rimanga poi costante al

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 151 di 201				

crescere dello spostamento stesso. Si assume, inoltre, che la forma della sezione trasversale sia ininfluyente, e che il valore della reazione del terreno p sia determinato solo dalla dimensione d della sezione del palo misurata normalmente alla direzione dello spostamento.

Per terreni incoerenti, si assume che la resistenza del terreno vari linearmente con la profondità z secondo la legge:

$$p = 3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot z \cdot d$$

dove:

$k_p = (1 + \sin \varphi) / (1 - \sin \varphi)$ è il coefficiente di spinta passiva che compete allo strato attraversato;

d è il diametro del palo;

γ è il peso per unità di volume dello strato attraversato.

Ai fini della determinazione del valore di progetto della resistenza del singolo palo di fondazione, è necessario considerare, in funzione della tipologia di approccio progettuale prescelto, il coefficiente parziale di sicurezza definito dalla normativa, secondo la

Resistenza del palo	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Resistenza alla punta	γ_P	1.00	1.70	1.35
Resistenza laterale (in compressione)	γ_L	1.00	1.45	1.15
Resistenza laterale (in trazione)	γ_{LT}	1.00	1.60	1.25

Tabella 23.

Dall'equilibrio alla traslazione si ottiene il valore della forza orizzontale limite T_{lim} sopportabile dal palo. Il valore di progetto si ottiene riducendo quest'ultimo sia attraverso il coefficiente γ_T della colonna R della precedente tabella, sia mediante il corrispondente "coefficiente di correlazione" scelto in funzione del numero di verticali indagate.

$$T_{lim,d} = \min \left(\frac{T_{lim,media}}{\gamma_T \cdot \xi_3}; \frac{T_{lim,min}}{\gamma_T \cdot \xi_4} \right)$$

In funzione del numero di verticali indagate, si è assunto $\xi_3 = 1.55$ e $\xi_4 = 1.42$.

Nel caso in esame si è ipotizzato che il palo si comporti come palo lungo e che quindi il valore limite della forza orizzontale sopportabile dal palo possa essere calcolato come:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 152 di 201

$$T_{lim} = k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \sqrt[3]{\left(3.676 \cdot \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot d^4}\right)^2}$$

dove M_y è il momento di plasticizzazione del palo.

10.3.3 Criteri di verifica a presso(tenso)flessione (STR)

La verifica a flessione, condotta per la platea di fondazione, consiste nell'assicurare che in ogni sezione il momento resistente risulti superiore o uguale al momento flettente di calcolo.

Con riferimento alle sezioni presso-inflesse del paramento e semplicemente inflesse della zattera, le verifiche di resistenza (SLU) si eseguono controllando che:

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

dove:

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

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

Le verifiche di tutti gli elementi sono state effettuate in base a semplici schemi noti della Scienza delle Costruzioni.

10.3.4 Criteri di verifica a taglio (STR)

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

La verifica di resistenza si pone con:

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

con:

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

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>153 di 201</td> </tr> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	153 di 201								

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

dove:

d è l'altezza utile della sezione;

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

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

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

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

$\gamma_c = 1.5$.

10.4 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

- Muro (Mm)

Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kN/m)	17.43
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 B3)$	(kN/m)	93.60
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kN/m)	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	220.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4$	(kN/m)	331.03

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro

Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 B5)$	(kN/m)	350.00
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 (B4 + B5))$	(kN/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 B4)$	(kN/m)	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 (B4 + B5))$	(kN/m)	87.50
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kN/m)	437.50

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	$(B1 + B2 + B3 + 1/2 (B4 + B5))$	(kNm/m)	87.50
Sovr acc. Sism	$(B1 + B2 + B3 + 1/2 (B4 + B5))$	(kNm/m)	17.50

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 154 di 201

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia del muro (Ps)

Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	31.62
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	15.81

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	27.73
Ptsh v =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	13.87

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	4.53
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kN/m)	24.22
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kN/m)	0.00
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kN/m)	11.31
MPs h =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	40.06

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kN/m)	1.63
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kN/m)	8.75
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kN/m)	0.00
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kN/m)	20.56
MPs v =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4$	(kN/m)	30.93

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	56.51
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	56.51

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	32.70
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	32.70

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	155 di 201

Spinte e momenti SLU A1

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

$$St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$$

$$Sq \text{ perm} = q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$$

$$Sq \text{ acc} = q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$$

- Componente orizzontale condizione statica

$$Sth = St \cdot \cos \delta$$

$$Sqh \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$$

$$Sqh \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$$

- Componente verticale condizione statica

$$Stv = St \cdot \sin \delta$$

$$Sqv \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$$

$$Sqv \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$$

	SLE	STR/GEO
St (kN/m)	40.08	52.11
Sq perm (kN/m)	14.92	19.39
Sq acc (kN/m)	14.92	22.37
Sth (kN/m)	36.23	47.10
Sqh perm (kN/m)	13.48	17.53
Sqh acc (kN/m)	13.48	20.22
Stv (kN/m)	17.15	22.30
Sqv perm (kN/m)	6.38	8.30
Sqv acc (kN/m)	6.38	9.57

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

$$MSt1 = Sth \cdot ((H2+H3+H4)/3)$$

$$MSt2 = Stv \cdot B$$

$$MSq1 \text{ perm} = Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$$

$$MSq2 \text{ perm} = Sqv \text{ perm} \cdot B$$

$$MSq1 \text{ acc} = Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$$

$$MSq2 \text{ acc} = Sqv \text{ acc} \cdot B$$

	SLE	STR/GEO
MSt1 (kN/m)	51.93	67.51
MSt2 (kN/m)	68.61	89.19
MSq1 perm (kN/m)	28.98	37.68
MSq2 perm (kN/m)	25.53	33.19
MSq1 acc (kN/m)	28.98	43.48
MSq2 acc (kN/m)	25.53	38.29

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

$$Mfext \text{ perm} = mp + fp \cdot (H3 + H2) + vp \cdot (B1 + B2 + B3/2)$$

$$Mfext \text{ acc} = m + f \cdot (H3 + H2) + v \cdot (B1 + B2 + B3/2)$$

Mfext perm (kNm/m)	66.43	67.13
Mfext acc (kNm/m)	67.74	101.61

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

$$N \text{ perm} = Pm + Pt + vp + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$$

$$N \text{ acc min} = v + Sqv \text{ acc}$$

$$N \text{ acc max} = v + Sqv \text{ acc} + q \text{ acc}$$

N perm (kN/m)	361.22	376.68
N acc min (kN/m)	6.38	9.57
N acc max (kN/m)	34.38	51.57

Risultante forze orizzontali (T)

$$T \text{ perm} = Sth + Squ \text{ perm} + fp$$

$$T \text{ acc} = Squ \text{ acc} + f$$

T perm (kN/m)	49.71	64.62
T acc (kN/m)	22.77	34.15

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

$$MM \text{ perm} = \Sigma M$$

$$MM \text{ acc (Nmin)} = \Sigma M$$

$$MM \text{ acc (Nmax)} = \Sigma M$$

MM perm (kNm/m)	715.32	744.84
MM acc (Nmin) (kNm/m)	-71.20	-106.79
MM acc (Nmax) (kNm/m)	16.30	24.46

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 156 di 201

Spinte e momenti SLV A1+

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot ka$	(kN/m)	40.08	40.08
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + kv) \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot ka - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	25.60	25.60
Ssq1 perm = $qp \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot ka$	(kN/m)	22.35	22.35
Ssq1 acc = $qs \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot ka$	(kN/m)	4.47	4.47

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	36.23	36.23
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	23.14	23.14
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	20.20	20.20
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.04	4.04

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	17.15	17.15
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	10.96	10.96
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	9.56	9.56
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.91	1.91

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4)/3)$	(kN/m)	51.93	51.93
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4)/2)$	(kN/m)	49.76	49.76
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m)	68.61	68.61
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m)	43.82	43.82
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4)/2)$	(kN/m)	52.13	52.13
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kN/m)	45.91	45.91

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)	15.79	
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	19.28	
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	55.55	

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin = $Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts'$	(kN/m)	409.19	409.19
Nmax = $Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts' + q \text{ acc}$	(kN/m)	409.19	414.79

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pts h$	(kN/m)	147.45	147.45
--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	760.61	760.61
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	778.11	778.11

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	157 di 201

Spinte e momenti SLV A1-

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m)	40.08	40.08
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot kas^- - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	19.12	19.12
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m)	24.30	24.30
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas^-$	(kN/m)	3.06	3.06

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	36.23	36.23
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	17.28	17.28
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	21.96	21.96
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	2.54	2.76

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	17.15	17.15
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.18	8.18
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	10.40	10.40
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.31	1.31

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	51.93	51.93
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	37.15	37.15
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m)	68.61	68.61
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m)	32.72	32.72
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	52.69	53.16
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kN/m)	46.82	46.82

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)		15.79
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)		19.28
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 +B2 + B3/2)$	(kNm/m)		55.55

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin = $Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts$	(kN/m)	347.29	347.29
Nmax = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q \text{ acc}$	(kN/m)	350.82	350.82

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh$	(kN/m)	141.85	142.07
--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	762.46	761.99
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	773.48	773.00

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.													
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>158 di 201</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	158 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	158 di 201								
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo													

Spinte e momenti SLU A2

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	159 di 201

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

		SLE	STR/GEO
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4)^2 \cdot ka$	(kN/m) 40.08	50.84
Sq perm =	$q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 14.92	18.92
Sq acc =	$q \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m) 14.92	24.59

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 36.23	47.35
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 13.48	17.62
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 13.48	22.91

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 17.15	18.50
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 6.38	6.88
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 6.38	8.95

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
MSt1 =	$Sth \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m) 51.93	67.87
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kN/m) 68.61	73.99
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 28.98	37.88
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kN/m) 25.53	27.53
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m) 28.98	49.25
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kN/m) 25.53	35.79

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext perm =	$mp + fp \cdot (H3 + H2) + vp \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 66.43	66.43
Mfext acc =	$m + f \cdot (H3 + H2) + v \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m) 67.74	88.06

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

N perm =	$Pm + Pt + vp + Stv + Sqv \text{ perm} + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 361.22	363.07
N acc min =	$v + Sqv \text{ acc}$	(kN/m) 6.38	8.95
N acc max =	$v + Sqv \text{ acc} + q \text{ acc}$	(kN/m) 34.38	45.35

Risultante forze orizzontali (T)

T perm =	$Sth + Sqh \text{ perm} + fp$	(kN/m) 49.71	64.97
T acc =	$Sqh \text{ acc} + f$	(kN/m) 22.77	34.98

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM perm =	$\sum M$	(kNm/m) 715.32	697.87
MM acc (Nmin) =	$\sum M$	(kNm/m) -71.20	-101.52
MM acc (Nmax) =	$\sum M$	(kNm/m) 16.30	12.23

Spinte e momenti SLV A2+

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	160 di 201

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot ka$	(kN/m) 40.08	50.84
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + kv) \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m) 25.60	29.58
Ssq1 perm =	$qp \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot kas^+$	(kN/m) 22.35	27.37
Ssq1 acc =	$qs \cdot (H_2 + H_3 + H_4) \cdot kas^+$	(kN/m) 4.47	5.47
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 36.23	47.35
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 23.14	27.55
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 20.20	25.49
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 4.04	5.10
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 17.15	18.50
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 10.96	10.76
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 9.56	9.96
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 1.91	1.99

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4)/3)$	(kN/m) 51.93	67.87
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4)/2)$	(kN/m) 49.76	59.24
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m) 68.61	73.99
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m) 43.82	43.05
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4)/2)$	(kN/m) 52.13	65.77
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kN/m) 45.91	47.80

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + ms$	(kNm/m)	15.79
Mfext2 =	$(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	19.28
Mfext3 =	$(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	55.55

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin =	$Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts'$	(kN/m)	408.41	410.03
Nmax =	$Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv + q \text{ acc}$	(kN/m)	408.41	415.63

Risultante forze orizzontali (T)

T =	$Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Pth$	(kN/m)	145.88	167.76
-----	--	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

MM (Nmin) =	ΣM	(kNm/m)	760.61	728.04
MM (Nmax) =	ΣM	(kNm/m)	778.11	745.54

Spinte e momenti SLV A2-

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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	161 di 201

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4) \cdot ka$	(kN/m)	40.08	50.84
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	19.12	21.29
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas$	(kN/m)	24.30	29.60
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4) \cdot kas$	(kN/m)	4.86	5.92

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	36.23	47.35
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	17.28	19.83
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	21.96	27.57
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.04	5.51

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	17.15	18.50
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.18	7.75
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	10.40	10.77
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.08	2.15

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4)/3)$	(kN/m)	51.93	67.87
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	37.15	42.63
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kN/m)	68.61	73.99
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kN/m)	32.72	30.99
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4)/2)$	(kN/m)	55.90	71.14
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kN/m)	49.90	51.71

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)	15.79
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	19.28
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	55.55

AZIONI COMPLESSIVE SULLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)

Nmin = $Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Pts$	(kN/m)	348.85	350.21
Nmax = $Pm+Pt+vp+vs+Sst1v+Ssq1v+Ps v+Ptsv+q \text{ acc}$	(kN/m)	354.45	355.81

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh$	(kN/m)	141.77	162.54
---	--------	--------	--------

Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)

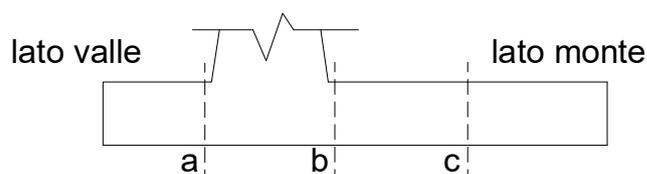
MM (Nmin) = ΣM	(kNm/m)	762.32	731.11
MM (Nmax) = ΣM	(kNm/m)	779.82	748.61

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 162 di 201

10.4.1 Verifiche del muro (STR)

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

$$T_a = \sum N_i / i_i - PP \cdot (1 \pm kv)$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

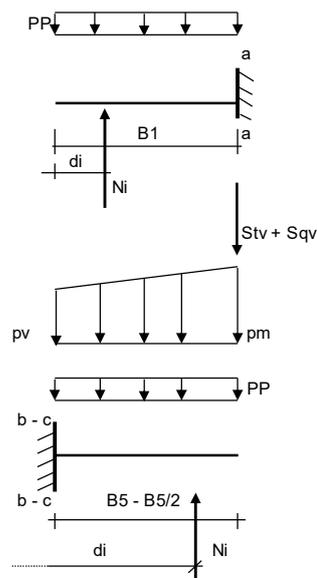
$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

$$V_b = \sum N_i / i_i - [PP \cdot B_5 + p_{vb} \cdot B_5 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

$$V_c = \sum N_i / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2) + p_{vc} \cdot (B_5 / 2) + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v)$$

\sum estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	27.50	(kN/m ²)
	pm	=	84.80	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	84.80	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	84.80	(kN/m ²)



caso	Ma	Va	Mb	Vb	Mc	Vc
	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]
statico	116.96	211.48	-112.00	-99.59	-67.85	-1.33
sisma+	102.22	187.47	-85.80	-73.95	33.49	33.49
sisma-	60.36	112.61	-30.82	-14.67	74.41	74.41

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 163 di 201

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{o } h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P_m \cdot b_i \cdot kh \quad (\text{solo con sisma})$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P_m \cdot (1 \pm kv)$$

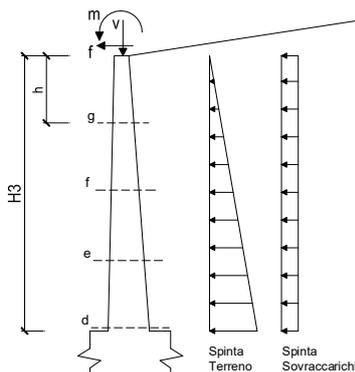
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	Mext	Mtot	Next	Npp	Ntot
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	27.82	44.94	89.32	162.09	28.49	59.20	87.69
e-e	2.40	11.74	25.28	78.17	115.19	28.49	42.30	70.79
f-f	1.60	3.48	11.24	67.03	81.74	28.49	26.80	55.29
g-g	0.80	0.43	2.81	55.89	59.13	28.49	12.70	41.19

sezione	h	Vt	Vq	Vext	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	26.08	28.09	13.93	68.10
e-e	2.40	14.67	21.07	13.93	49.67
f-f	1.60	6.52	14.05	13.93	34.50
g-g	0.80	1.63	7.02	13.93	22.58

condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	Mext	Minerzia	Mtot	Next	Npp+inerzia	Ntot
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	21.40	22.69	28.87	30.14	16.58	119.68	30.73	64.73	95.46
e-e	2.40	9.03	9.57	16.24	26.55	9.01	70.41	30.73	46.25	76.98
f-f	1.60	2.68	2.84	7.22	22.96	3.87	39.56	30.73	29.30	60.03
g-g	0.80	0.33	0.35	1.80	19.38	0.93	22.80	30.73	13.89	44.62

sezione	h	Vt stat	Vt sism	Vq	Vext	Vinerzia	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	20.06	14.18	18.04	4.48	11.06	67.83
e-e	2.40	11.29	7.98	13.53	4.48	7.90	45.18
f-f	1.60	5.02	3.55	9.02	4.48	5.01	27.08
g-g	0.80	1.25	0.89	4.51	4.48	2.37	13.51

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	Mext	Minerzia	Mtot	Next	Npp+inerzia	Ntot
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	21.40	16.94	31.38	30.14	16.58	116.44	30.73	53.67	84.40
e-e	2.40	9.03	7.15	17.65	26.55	9.01	69.39	30.73	38.35	69.08
f-f	1.60	2.68	2.12	7.84	22.96	3.87	39.47	30.73	24.30	55.03
g-g	0.80	0.33	0.26	1.96	19.38	0.93	22.87	30.73	11.51	42.24

sezione	h	Vt stat	Vt sism	Vq	Vext	Vinerzia	Vtot
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	20.06	10.59	19.61	4.48	11.06	65.81
e-e	2.40	11.29	5.95	14.71	4.48	7.90	44.34
f-f	1.60	5.02	2.65	9.81	4.48	5.01	26.96
g-g	0.80	1.25	0.66	4.90	4.48	2.37	13.68

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A PAGINA 164 di 201

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale
- Posizione 1: 1 registro 5 Ø20
- Posizione 4: 1 registro 5 Ø20
- Posizione 5: 1 registro 5 Ø20
- Posizione 7: 1 registro 5 Ø20

- Armatura trasversale
- Non necessaria

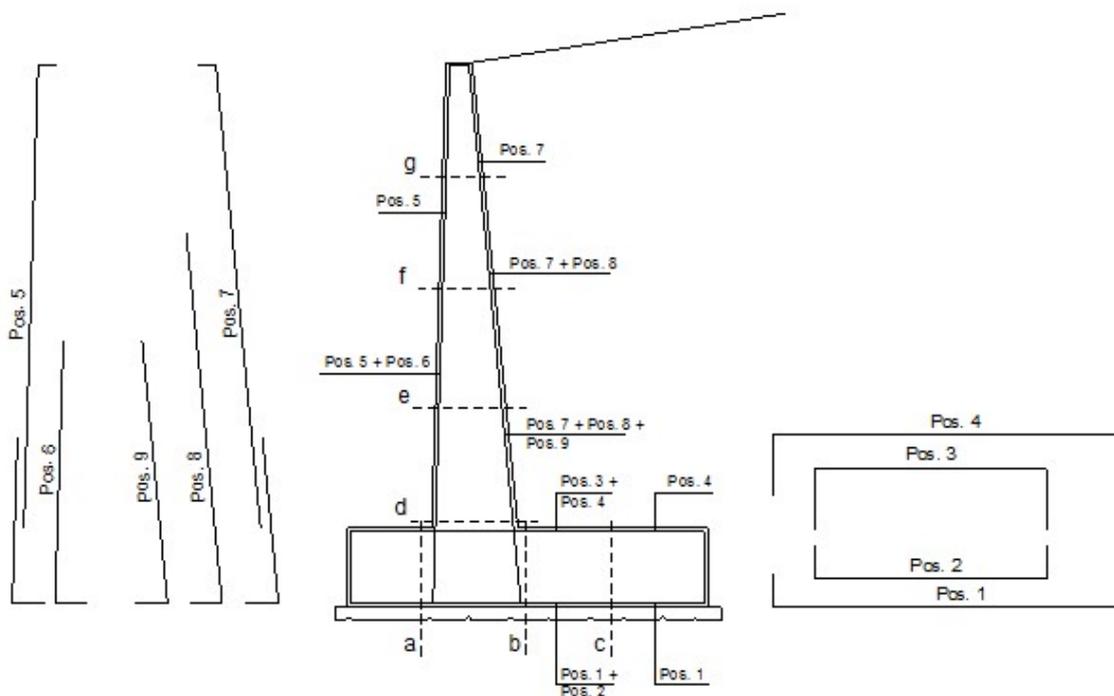


Figura 80-Schema armature

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 165 di 201	

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu	Mu/M
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)	(-)
a - a	116.96	0.00	1.10	15.71	15.71	624.21	5.34
b - b	-112.00	0.00	1.10	15.71	15.71	624.21	5.57
c - c	74.41	0.00	1.10	15.71	15.71	624.21	8.39
d - d	162.09	87.69	0.88	15.71	15.71	522.01	3.22
e - e	115.19	70.79	0.81	15.71	15.71	470.14	4.08
f - f	81.74	55.29	0.74	15.71	15.71	419.89	5.14
g - g	59.13	41.19	0.67	15.71	15.71	371.10	6.28

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	211.48	1.10	352.63	0	40	40	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
b - b	99.59	1.10	352.63	0	40	40	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
c - c	74.41	1.10	352.63	0	40	40	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
d - d	68.10	0.88	305.82	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
e - e	49.67	0.81	284.23	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
f - f	34.50	0.74	262.59	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria
g - g	22.58	0.67	240.87	0	20	20	21.8	0.00	Armatura a taglio non necessaria

10.4.2 Verifica a carico limite del singolo palo per azioni verticali (GEO)

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali nella combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2.

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	597.97		329.04	118.53	
	Nmax	601.12		426.69		
sisma+	Nmin	548.80		433.25	176.94	
	Nmax	549.22		446.27		
sisma-	Nmin	352.23		483.12	172.43	
	Nmax	352.65		496.14		

Il massimo sforzo di compressione in condizioni statiche è pari a: 601.12 kN.

Il massimo sforzo di compressione in condizioni sismiche è pari a: 549.22 kN.

Data la presenza di strati liquefacibili, il dimensionamento viene fatto con particolare attenzione alle condizioni sismiche. Le curve di carico limite riportate nel seguito mostrano che sarebbe sufficiente per un palo di lunghezza 16 m (e quindi attestato per una lunghezza > 3D nelle formazioni tufacee sottostanti la pozzolana), la resistenza minima Qd è pari a 1598 kN, con un coefficiente di sicurezza minimo FS=2.65.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO

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

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	166 di 201

SL09 - Muri di imbocco scatolare - VERIFICA CARICO LIMITE PALO - D = 0.8m - Compressione										
a. Dati di calcolo										
D	Diametro palo		0.80 m							
Ap	Area base palo		0.50 mq							
s	Superficie laterale del palo		2.51 m							
zw	Profondità della falda dal p.c.		4.00 m							
zp	Quota testa palo		2.00 m							
FSL	Fattore di sicurezza per la portata laterale (x3-gs)		1.78							
FSB	Fattore di sicurezza per la portata di base (x3-gb)		2.09							
b. Parametri geotecnici										
strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m³)	φ (°)	q(Nq) (-)	Nq* (kPa)	Q _{lim} (kPa)	γ _{im} (kPa)	Note
1	Di	7.0	7.0	16	30	27	14	425	150	
2	Po	4.0	11.0	16	30	27	14	680	150	
3	Po	3.0	14.0	16	33	30	19	1530	150	
4	Ts	3.0	17.0	15	35	32	22	4250	150	
5	TL	7.0	24.0	15	litoide	litoide	27	8000	200	
6	Pb	11.0	35.0	16	35	32	22	3400	150	
7	Pb	15.0	50.0	16	35	32	22	4300	150	
c. Calcolo carico limite										
z da p.c. [m]	Lp [m]	β [-]	σ'v [kPa]	τi [kPa]	Qll [kN]	qbl [kPa]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	6	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	13	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	24	19	0	0	0	0	0	0
2.0	0.0	0.80	32	26	0	0	0	0	0	0
2.5	0.5	0.80	40	32	36	425	214	2	248	119
3.0	1.0	0.80	48	38	80	425	214	5	290	141
3.5	1.5	0.80	56	45	138	425	214	7	340	158
4.0	2.0	0.80	64	51	193	425	214	9	398	199
4.5	2.5	0.80	67	54	259	425	214	11	461	233
5.0	3.0	0.80	70	56	328	425	214	14	528	268
5.5	3.5	0.77	73	56	398	425	214	16	596	305
6.0	4.0	0.74	76	56	469	425	214	18	664	342
6.5	4.5	0.71	79	56	539	425	214	20	733	378
7.0	5.0	0.68	82	56	610	425	214	23	801	415
7.5	5.5	0.65	85	55	679	680	342	25	869	452
8.0	6.0	0.62	88	55	748	680	342	27	937	488
8.5	6.5	0.59	91	54	817	680	342	29	1005	525
9.0	7.0	0.56	94	53	883	680	342	32	1073	561
9.5	7.5	0.53	97	51	949	680	342	34	1141	598
10.0	8.0	0.50	100	50	1012	680	342	36	1209	634
10.5	8.5	0.48	103	49	1075	680	342	38	1277	671
11.0	9.0	0.46	106	49	1137	680	342	41	1345	708
11.5	9.5	0.44	109	48	1197	1530	769	43	1413	745
12.0	10.0	0.42	112	47	1257	1530	769	45	1481	782
12.5	10.5	0.40	115	46	1316	1530	769	48	1549	819
13.0	11.0	0.38	118	45	1373	1530	769	50	1617	856
13.5	11.5	0.36	121	44	1428	1530	769	52	1685	893
14.0	12.0	0.34	124	42	1482	1530	769	54	1753	930
14.5	12.5	0.32	127	40	1534	2783	1399	63	1821	967
15.0	13.0	0.30	129	39	1584	2838	1427	65	1889	1004
15.5	13.5	0.30	132	39	1633	2893	1454	68	1957	1041
16.0	14.0	0.30	134	40	1683	2948	1482	70	2025	1078
16.5	14.5	0.30	137	41	1734	3003	1509	73	2093	1115
17.0	15.0	0.30	139	42	1786	3058	1537	75	2161	1152
17.5	15.5	0.30	142	42	1839	3821	1920	78	2229	1189
18.0	16.0	0.30	144	43	1892	3888	1954	80	2297	1226
18.5	16.5	0.30	147	44	1947	3956	1988	83	2365	1263
19.0	17.0	0.30	149	45	2003	4023	2022	85	2433	1300
19.5	17.5	0.30	152	45	2060	4091	2056	88	2501	1337
20.0	18.0	0.30	154	46	2117	4158	2090	90	2569	1374
20.5	18.5	0.30	157	47	2175	4226	2124	93	2637	1411
21.0	19.0	0.30	159	47	2235	4293	2158	96	2705	1448
21.5	19.5	0.30	162	48	2294	4361	2192	98	2773	1485
22.0	20.0	0.29	164	48	2354	4428	2226	101	2841	1522
22.5	20.5	0.29	167	49	2415	4496	2260	103	2909	1559
23.0	21.0	0.29	169	49	2477	4563	2294	106	2977	1596
23.5	21.5	0.29	172	50	2539	4631	2328	108	3045	1633
24.0	22.0	0.29	174	50	2602	4698	2361	111	3113	1670
24.5	22.5	0.29	177	51	2665	3400	1709	102	3181	1707
25.0	23.0	0.29	180	51	2729	3400	1709	104	3249	1744
25.5	23.5	0.28	183	52	2794	3400	1709	106	3317	1781
26.0	24.0	0.28	186	52	2859	3400	1709	109	3385	1818
26.5	24.5	0.28	189	53	2926	3400	1709	111	3453	1855
27.0	25.0	0.28	192	54	2993	3400	1709	113	3521	1892
27.5	25.5	0.28	195	54	3060	3400	1709	115	3589	1929
28.0	26.0	0.28	198	55	3129	3400	1709	118	3657	1966
28.5	26.5	0.27	201	55	3198	3400	1709	120	3725	2003
29.0	27.0	0.27	204	56	3267	3400	1709	122	3793	2040
29.5	27.5	0.27	207	56	3338	3400	1709	124	3861	2077
30.0	28.0	0.27	210	57	3409	3400	1709	127	3929	2114
30.5	28.5	0.27	213	58	3480	3400	1709	129	3997	2151
31.0	29.0	0.27	216	58	3553	3400	1709	131	4065	2188
31.5	29.5	0.27	219	59	3627	3400	1709	133	4133	2225
32.0	30.0	0.27	222	60	3702	3400	1709	136	4201	2262
32.5	30.5	0.27	225	61	3778	3400	1709	138	4269	2299
33.0	31.0	0.27	228	62	3854	3400	1709	140	4337	2336
33.5	31.5	0.27	231	62	3932	3400	1709	143	4405	2373
34.0	32.0	0.27	234	63	4011	3400	1709	145	4473	2410
34.5	32.5	0.27	237	64	4091	3400	1709	147	4541	2447

APPALTATORE:
Mandatario: **SALINI IMPREGILO S.p.A.**
Mandante: **ASTALDI S.p.A.**

PROGETTISTA:
Mandatario: **SYSTRA S.A.**
Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**

PROGETTO ESECUTIVO
Relazione di calcolo

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO

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

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA
IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 167 di 201

SL09 - Muri di imbocco scatolare - VERIFICA CARICO LIMITE PALO - D = 0.8m - Compressione										
a. Dati di calcolo										
D	Diametro palo								0.80 m	
Ap	Area base palo								0.50 mq	
s	Superficie laterale del palo								2.51 m	
zw	Profondità della falda dal p.c.								4.00 m	
zp	Quota testa palo								2.00 m	
FSL	Fattore di sicurezza per la portata laterale (x3-gs)								1.78	
FSB	Fattore di sicurezza per la portata di base (x3-gb)								2.09	
b. Parametri geotecnici										
strato	Formazione	spessore strato (m)	zbase strato (m da pc)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	$\phi(Nq)$ (-)	Nq^* (-)	q_{lim} (kPa)	q_{im} (kPa)	Note
1	DI	7.0	7.0	16	30	27	14	425	150	
2	Po	4.0	11.0	16	30	27	14	0	0	LIQUEFACIBILE
3	Po	3.0	14.0	16	33	30	19	1530	150	
4	Ts	3.0	17.0	15	35	32	22	4250	150	
5	TL	7.0	24.0	15	littoide	littoide	27	8000	200	
6	Pb	11.0	35.0	16	35	32	22	3400	150	
7	Pb	15.0	50.0	16	35	32	22	4300	150	
c. Calcolo carico limite										
z da p.c. [m]	Lp [m]	β [-]	$\sigma'v$ [kPa]	τ [kPa]	Qli [kN]	qbl [kPa]	Qbl [kN]	Wp [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]
0.0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	-	-	8	6	0	0	0	0	0	0
1.0	-	-	16	13	0	0	0	0	0	0
1.5	-	-	24	19	0	0	0	0	0	0
2.0	0.0	0.80	32	26	0	0	0	0	0	0
2.5	0.5	0.80	40	32	36	425	214	2	248	119
3.0	1.0	0.80	48	38	80	425	214	5	290	141
3.5	1.5	0.80	56	45	133	425	214	7	340	168
4.0	2.0	0.80	64	51	193	425	214	9	398	199
4.5	2.5	0.80	67	54	259	425	214	11	461	233
5.0	3.0	0.80	70	56	328	425	214	14	528	268
5.5	3.5	0.77	73	56	398	425	214	16	596	305
6.0	4.0	0.74	76	56	469	425	214	18	664	342
6.5	4.5	0.71	79	56	539	425	214	20	733	378
7.0	5.0	0.68	82	56	610	425	214	23	801	415
7.5	5.5	0.65	85	0	645	0	0	25	620	329
8.0	6.0	0.62	88	0	645	0	0	27	618	326
8.5	6.5	0.59	91	0	645	0	0	29	615	324
9.0	7.0	0.56	94	0	645	0	0	32	613	321
9.5	7.5	0.53	97	0	645	0	0	34	611	318
10.0	8.0	0.50	100	0	645	0	0	36	609	315
10.5	8.5	0.48	103	0	645	0	0	38	606	312
11.0	9.0	0.46	106	0	645	0	0	41	604	309
11.5	9.5	0.44	109	48	675	1530	769	43	1401	690
12.0	10.0	0.42	112	47	735	1530	769	45	1458	721
12.5	10.5	0.40	115	46	793	1530	769	48	1515	751
13.0	11.0	0.38	118	45	850	1530	769	50	1569	780
13.5	11.5	0.36	121	44	906	1530	769	52	1623	808
14.0	12.0	0.34	124	42	960	1530	769	54	1674	835
14.5	12.5	0.32	127	40	1011	2783	1399	63	2348	1154
15.0	13.0	0.30	129	39	1061	2838	1427	65	2422	1192
15.5	13.5	0.30	132	39	1110	2893	1454	68	2497	1230
16.0	14.0	0.30	134	40	1160	2948	1482	70	2572	1268
16.5	14.5	0.30	137	41	1211	3003	1509	73	2648	1306
17.0	15.0	0.30	139	42	1263	3058	1537	75	2725	1345
17.5	15.5	0.30	142	42	1316	3821	1920	78	3159	1555
18.0	16.0	0.30	144	43	1370	3888	1954	80	3244	1598
18.5	16.5	0.30	147	44	1425	3956	1988	83	3330	1642
19.0	17.0	0.30	149	45	1480	4023	2022	85	3417	1686
19.5	17.5	0.30	152	45	1537	4091	2056	88	3505	1731
20.0	18.0	0.30	154	46	1595	4158	2090	90	3594	1776
20.5	18.5	0.30	157	47	1653	4226	2124	93	3684	1822
21.0	19.0	0.30	159	47	1712	4293	2158	96	3774	1868
21.5	19.5	0.30	162	48	1772	4361	2192	98	3866	1914
22.0	20.0	0.29	164	48	1832	4428	2226	101	3957	1961
22.5	20.5	0.29	167	49	1893	4496	2260	103	4050	2008
23.0	21.0	0.29	169	49	1954	4563	2294	106	4142	2055
23.5	21.5	0.29	172	50	2016	4631	2328	108	4236	2103
24.0	22.0	0.29	174	50	2079	4698	2361	111	4330	2151
24.5	22.5	0.29	177	51	2143	3400	1709	102	3750	1886
25.0	23.0	0.29	180	51	2207	3400	1709	104	3812	1919
25.5	23.5	0.28	183	52	2271	3400	1709	106	3874	1953
26.0	24.0	0.28	186	52	2337	3400	1709	109	3937	1987
26.5	24.5	0.28	189	53	2403	3400	1709	111	4001	2021
27.0	25.0	0.28	192	54	2470	3400	1709	113	4066	2056
27.5	25.5	0.28	195	54	2538	3400	1709	115	4132	2091
28.0	26.0	0.28	198	55	2606	3400	1709	118	4198	2126
28.5	26.5	0.27	201	55	2675	3400	1709	120	4264	2162
29.0	27.0	0.27	204	56	2745	3400	1709	122	4332	2198
29.5	27.5	0.27	207	56	2815	3400	1709	124	4400	2234
30.0	28.0	0.27	210	57	2886	3400	1709	127	4468	2271
30.5	28.5	0.27	213	58	2958	3400	1709	129	4538	2309
31.0	29.0	0.27	216	58	3031	3400	1709	131	4609	2346
31.5	29.5	0.27	219	59	3104	3400	1709	133	4680	2385
32.0	30.0	0.27	222	60	3179	3400	1709	136	4753	2424
32.5	30.5	0.27	225	61	3255	3400	1709	138	4826	2464
33.0	31.0	0.27	228	62	3332	3400	1709	140	4901	2504
33.5	31.5	0.27	231	62	3410	3400	1709	143	4976	2544
34.0	32.0	0.27	234	63	3489	3400	1709	145	5053	2586
34.5	32.5	0.27	237	64	3569	3400	1709	147	5131	2628

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 168 di 201

10.4.3 Verifiche a carico limite del singolo palo per azioni orizzontali (GEO)

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizioni sismiche, nella combinazione A2+M1+R2.

A seguire sono riportate le sollecitazioni massime in testa ai pali nella Combinazione 2 dell'Approccio 1.

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	594.10		298.74	119.94	
	Nmax	596.83		383.37		
sisma+	Nmin	584.05		400.02	201.31	
	Nmax	584.47		413.04		
sisma-	Nmin	389.57		450.94	195.05	
	Nmax	389.99		463.96		

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 201.31 kN.

Al fine della valutazione del momento di plasticizzazione del palo si considera lo stesso soggetto ad uno sforzo normale medio.

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 169 di 201

Verifica SLU

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

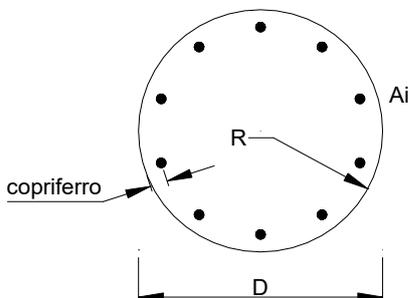
Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 450 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 30 (Mpa)
fck = 25 (Mpa)
 $\gamma_c = 1.5$
 $\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

$f_{yk} = 450$ (Mpa)
 $\gamma_s = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)

$E_s = 210000$ (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.186\%$
 $\epsilon_{uk} = 10.000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
20	φ 20	6283	60
0	φ 8	0	30
0	φ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 808.5$ (kN m)

Inserisci

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.		Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		Mandante: ROCKSOIL S.p.A.			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 170 di 201

DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	16.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	808.49	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	34.00	(°)	φ'_{min} =	33.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	34.00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	33.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi)/(1-\sin\varphi)$)	$k_{p_{med}}$ =	3.54	(-)	$k_{p_{min}}$ =	3.39 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	16.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	199.94	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 17385.71 \text{ (kN)} \qquad H1_{min} = 16672.95 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 5845.77 \text{ (kN)} \qquad H2_{min} = 5608.18 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 736.75 \text{ (kN)} \qquad H3_{min} = 726.54 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 736.75 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 726.54 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 475.32 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 297.08 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 199.94 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.49$$

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 171 di 201

Verifica SLV+

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

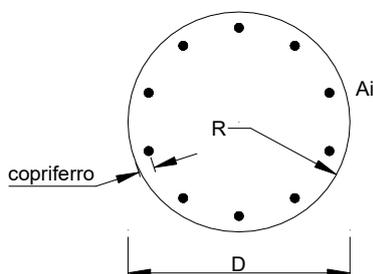
Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 492 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 30 (Mpa)
fck = 25 (Mpa)
 $\gamma_c = 1.5$
 $\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

$f_{yk} = 450$ (Mpa)
 $\gamma_s = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)

$E_s = 210000$ (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.186\%$
 $\epsilon_{uk} = 10.000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
20	ϕ 20	6283	60
0	ϕ 8	0	30
0	ϕ 8	0	30

Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 816.1$ (kN m)

Inserisci

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 172 di 201

Lunghezza del palo	L =	16.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.80	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	816.15	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	34.00	(°)	φ'_{min} =	33.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	34.00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	33.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p_{med}}$ =	3.54	(-)	$k_{p_{min}}$ =	3.39 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	16.00	(kN/m ³)		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	201.31	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 17385.71 \quad (kN) \qquad H1_{min} = 16672.95 \quad (kN)$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 5846.25 \quad (kN) \qquad H2_{min} = 5608.66 \quad (kN)$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 741.40 \quad (kN) \qquad H3_{min} = 731.12 \quad (kN)$$

$$H_{med} = 741.40 \quad (kN) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 731.12 \quad (kN) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 478.32 \quad (kN)$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 367.94 \quad (kN)$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 201.31 \quad (kN)$$

$$FS = H_d / F_d = 1.83$$

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 173 di 201

Verifica SLV-

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 800 (mm)
Raggio = 400 (mm)
Sforzo Normale = 426 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

Rck = 30 (Mpa)
fck = 25 (Mpa)
 $\gamma_c = 1.5$
 $\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)

Acciaio

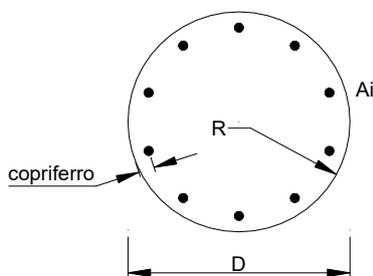
tipo di acciaio

$f_{yk} = 450$ (Mpa)
 $\gamma_s = 1.15$
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)
 $E_s = 210000$ (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.186\%$
 $\epsilon_{uk} = 10.000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
20	φ 20	6283	60
0	φ 8	0	30
0	φ 8	0	30



Calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 804.0$ (kN m)

Inserisci

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 174 di 201	

Lunghezza del palo	L =	16.00	(m)	
Diametro del palo	d =	0.80	(m)	
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	804.05	(kN m)	
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	34.00	(°)	φ'_{min} = 33.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	34.00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ = 33.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi')/(1-\sin\varphi')$)	$k_{p_{med}}$ =	3.54	(-)	$k_{p_{min}}$ = 3.39 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	16.00	(kN/m ³)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	195.05	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	

Palo corto:

$$H1_{med} = 17385.71 \quad (kN) \qquad H1_{min} = 16672.95 \quad (kN)$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 5845.49 \quad (kN) \qquad H2_{min} = 5607.90 \quad (kN)$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 734.05 \quad (kN) \qquad H3_{min} = 723.88 \quad (kN)$$

$$H_{med} = 734.05 \quad (kN) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 723.88 \quad (kN) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 444.88 \quad (kN)$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 342.21 \quad (kN)$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 195.05 \quad (kN)$$

$$FS = H_d / F_d = 1.75$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A PAGINA 175 di 201

10.4.4 Verifiche strutturali dei pali (STR)

Nel seguito sono riportate le massime sollecitazioni in testa ai pali nelle combinazioni STR.

caso		N pali all.1	N pali all.2	N pali all.3	T pali	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico	Nmin	597.97		329.04	118.53	
	Nmax	601.12		426.69		
sisma+	Nmin	548.80		433.25	176.94	
	Nmax	549.22		446.27		
sisma-	Nmin	352.23		483.12	172.43	
	Nmax	352.65		496.14		

Il massimo sforzo di compressione in condizioni statiche è pari a: 601.12 kN.

Il massimo sforzo di compressione in condizioni sismiche è pari a: 549.22 kN.

Il massimo sforzo di taglio è pari a: 176.94 kN.

Per il calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto del palo si procederà secondo il metodo di Matlock e Reese, in cui il palo è supposto come un elemento elastico immerso in un letto di molle a cui verrà assegnata una rigidità adeguata. Questa rigidità è stata definita nei capitoli di caratterizzazione con il nome di modulo di reazione orizzontale del terreno. La soluzione verrà fornita in formula adimensionale $M_{ad}(z)$ per ogni palo di progetto (dipendente dal diametro, dalla lunghezza e dalla stratigrafia di calcolo) in funzione di un momento in testa definito a partire dall'azione orizzontale che è ipotesi di calcolo di progetto secondo le seguenti formule.

Detta H_0 la forzante in testa al singolo palo, il Momento in testa M_0 sarà pari a

$$M_0 = \alpha \cdot H_0$$

e quindi il momento lungo il palo sarà pari a

$$M(z) = M_0 \cdot M_{ad}(z).$$

Si riportano nel seguito le curve per il calcolo del momento adimensionale allegate alla Relazione Geotecnica.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 178 di 201

Sollecitazioni SLU

Mmax = 225.20 kNm

Vmax = 118.53 kN

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window title is 'Verifica C.A. S.L.U. - File: prefflexSLU'. The menu bar includes 'File', 'Materiali', 'Opzioni', 'Visualizza', 'Progetto Sez. Rett.', 'Sismica', and 'Normativa: NTC 2008'. The interface is divided into several panels:

- Titolo:** SLU
- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 40 [cm]
 - Raggio interno: 0 [cm]
 - N° barre uguali: 20
 - Diametro barre: 2 [cm]
 - Copriferro (baric.): 8 [cm]
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. Metodo n
 - N_{Ed}: 475 kN
 - M_{xEd}: 225.20 kNm
 - M_{yEd}: 0 kNm
- P.to applicazione N:**
 - Centro (selected)
 - Baricentro cls
 - Coord. [cm]: xN 0, yN 0
- Materiali:**
 - B450C, C25/30
 - ε_{su}: 67.5 ‰, ε_{c2}: 2 ‰
 - f_{yd}: 391.3 N/mm², ε_{cu}: 3.5 ‰
 - E_s: 200,000 N/mm², f_{cd}: 14.17
 - E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 - ε_{syd}: 1.957 ‰, σ_{c,adm}: 9.75
 - σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0.6
 - τ_{c1}: 1.829
- Calcolo:**
 - M_{xRd}: 784.5 kN m
 - σ_c: -14.17 N/mm²
 - σ_s: 391.3 N/mm²
 - ε_c: 3.5 ‰
 - ε_s: 7.017 ‰
 - d: 72 cm
 - x: 23.96, x/d: 0.3328
 - δ: 0.856
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n
- Tipo flessione:** Retta (selected), Deviata
- Vertici:** 52, **N° rett.:** 100
- Calcola MRd**, **Dominio M-N**
- L_o:** 0 cm, **Col. modello**
- Precompresso

Figura 81- Verifica a flessione (SLU)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandataria: 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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 179 di 201

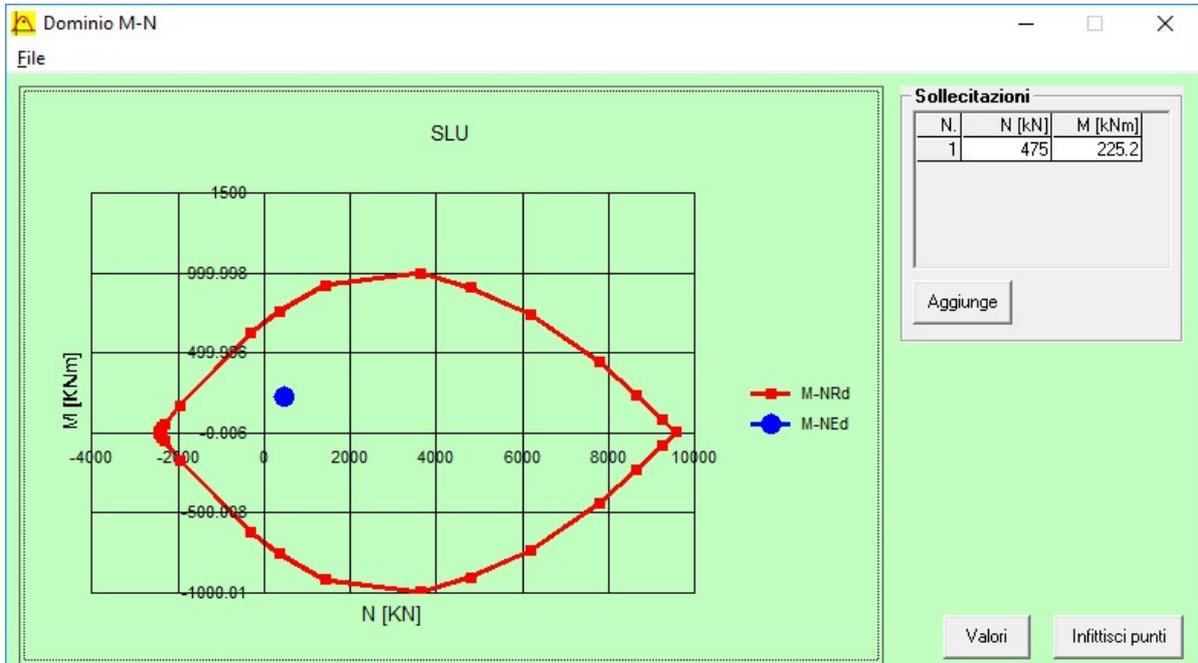


Figura 82-Dominio M-N (SLU)

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008			
Materiali	Geometria sezione	Armatura longitudinale	Sollecitazioni di calcolo
Calcestruzzo	b [mm] 700	n° barre 10	N _{Ed} [kN] 0
R _{ck} [Mpa] 25	h [mm] 700	diametro 20	V _{Ed} [kN] 118.53
f _{ck} [Mpa] 20.8	c [mm] 80	Area [mm ²] 3140	
f _{cd} [Mpa] 11.8	Parametri di verifica	Armatura trasversale	VERIFICHE
Acciaio	k 1.57	Staffe Φ 10	Sezione non armata a taglio
f _{yk} [Mpa] 450	v _{min} 0.31	n° bracci 2	V _{Rd} [kN] 201.45
f _{yd} [Mpa] 391.3	ρ _i 0.0072	A _{sw} [mm ²] 157	Verificato
	σ _{cp} 0.0000	s [mm] 200	Sezione armata a taglio
	v 0.5		Crisi armatura a taglio
	(σ _{cp}) [*] 0		V _{Rsd} [kN] 428.51
	α _c 1.000		V _{Rcd} [kN] 791.86
	ω _{sw} 0.037		V _{Rd} [kN] 428.51
	cotgθ 3.521		Verificato
	cotgθ [*] 2.500		

Figura 83-Verifica a Taglio (SLU)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 180 di 201

Sollecitazioni SLV+

Mmax = 318.49 kNm

Vmax = 176.94 kN

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window title is 'Verifica C.A. S.L.U. - File: prefflexSLV+'. The menu bar includes 'File', 'Materiali', 'Opzioni', 'Visualizza', 'Progetto Sez. Rett.', 'Sismica', and 'Normativa: NTC 2008'. The interface is divided into several panels:

- Titolo:** SLV+
- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 40 [cm]
 - Raggio interno: 0 [cm]
 - N° barre uguali: 20
 - Diametro barre: 2 [cm]
 - Copriferro (baric.): 8 [cm]
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. Metodo n
 - N_{Ed}: 352 kN
 - M_{xEd}: 318.49 kNm
 - M_{yEd}: 0 kNm
- P.to applicazione N:**
 - Centro (selected)
 - Baricentro cls
 - Coord. [cm]: xN=0, yN=0
- Materiali:**
 - B450C, C25/30
 - ε_{su}: 67.5 ‰, ε_{c2}: 2 ‰
 - f_{yd}: 391.3 N/mm², ε_{cu}: 3.5 ‰
 - E_s: 200,000 N/mm², f_{cd}: 14.17
 - E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 - ε_{syd}: 1.957 ‰, σ_{c,adm}: 9.75
 - σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0.6
 - τ_{c1}: 1.829
- Calcolo:**
 - M_{xRd}: 761.5 kN m
 - σ_c: -14.17 N/mm²
 - σ_s: 391.3 N/mm²
 - ε_c: 3.5 ‰
 - ε_s: 7.448 ‰
 - d: 72 cm
 - x: 23.02, x/d: 0.3197
 - δ: 0.8396
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n
- Tipo flessione:** Retta (selected), Deviata
- Vertici: 52, N° rett.: 100
- Buttons: Calcola MRd, Dominio M-N, L_o: 0 cm, Col. modello
- Precompresso:

Figura 84-Verifica a flessione (SLV+)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandataria: 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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 181 di 201

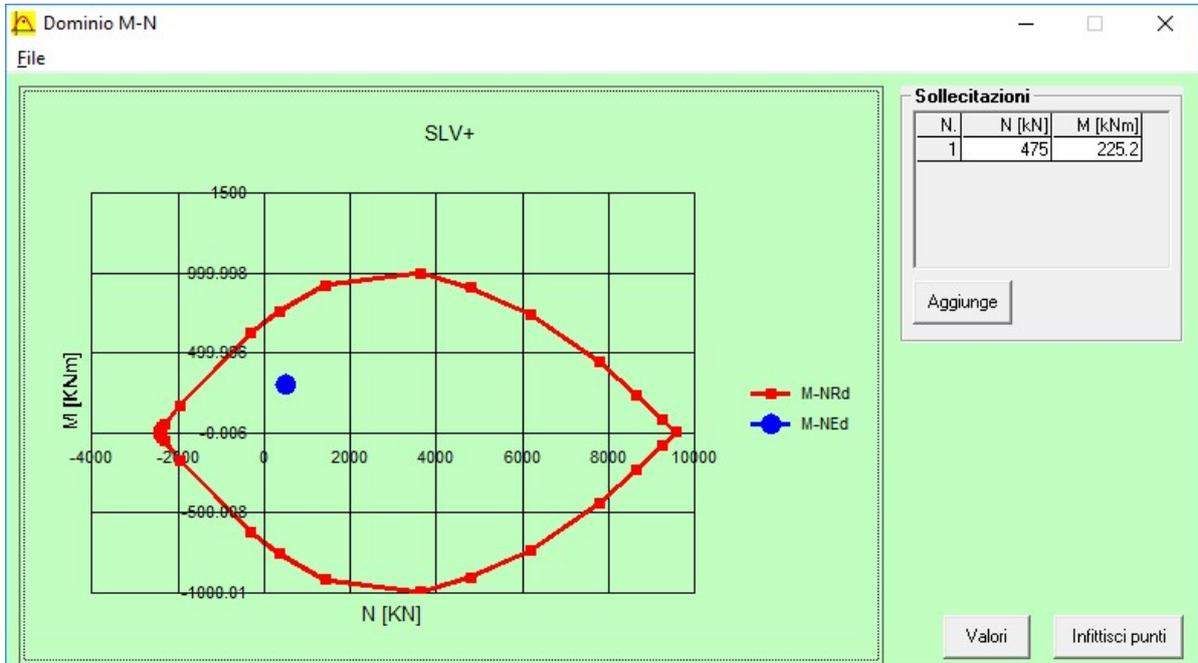


Figura 85- Dominio M-N SLV+

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008																													
Materiali	Geometria sezione																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Calcestruzzo</td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">20.8</td></tr> <tr><td>fcd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">11.8</td></tr> </table>	Calcestruzzo		Rck [Mpa]	25	fck [Mpa]	20.8	fcd [Mpa]	11.8	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>b [mm]</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td style="text-align: center;">80</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td style="text-align: center;">620</td></tr> </table>	b [mm]	700	h [mm]	700	c [mm]	80	d [mm]	620												
Calcestruzzo																													
Rck [Mpa]	25																												
fck [Mpa]	20.8																												
fcd [Mpa]	11.8																												
b [mm]	700																												
h [mm]	700																												
c [mm]	80																												
d [mm]	620																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Acciaio</td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td style="text-align: center;">450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">391.3</td></tr> </table>	Acciaio		fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391.3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Parametri di verifica</td></tr> <tr><td>k</td><td style="text-align: center;">1.57</td></tr> <tr><td>v_{min}</td><td style="text-align: center;">0.31</td></tr> <tr><td>ρ_l</td><td style="text-align: center;">0.0072</td></tr> <tr><td>σ_{cp}</td><td style="text-align: center;">0.0000</td></tr> <tr><td>v</td><td style="text-align: center;">0.5</td></tr> <tr><td>(σ_{cp})[*]</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td>α_c</td><td style="text-align: center;">1.000</td></tr> <tr><td>ω_{sw}</td><td style="text-align: center;">0.037</td></tr> <tr><td>cotgθ</td><td style="text-align: center;">3.521</td></tr> <tr><td>cotgθ[*]</td><td style="text-align: center;">2.500</td></tr> </table>	Parametri di verifica		k	1.57	v _{min}	0.31	ρ _l	0.0072	σ _{cp}	0.0000	v	0.5	(σ _{cp}) [*]	0	α _c	1.000	ω _{sw}	0.037	cotgθ	3.521	cotgθ [*]	2.500
Acciaio																													
fyk [Mpa]	450																												
fyd [Mpa]	391.3																												
Parametri di verifica																													
k	1.57																												
v _{min}	0.31																												
ρ _l	0.0072																												
σ _{cp}	0.0000																												
v	0.5																												
(σ _{cp}) [*]	0																												
α _c	1.000																												
ω _{sw}	0.037																												
cotgθ	3.521																												
cotgθ [*]	2.500																												
Armatura longitudinale	Armatura trasversale																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>n° barre</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td>diametro</td><td style="text-align: center;">20</td></tr> <tr><td>Area [mm²]</td><td style="text-align: center;">3140</td></tr> </table>	n° barre	10	diametro	20	Area [mm ²]	3140	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Staffe Φ</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td>A_{sw} [mm²]</td><td style="text-align: center;">157</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td style="text-align: center;">200</td></tr> </table>	Staffe Φ	10	n° bracci	2	A _{sw} [mm ²]	157	s [mm]	200														
n° barre	10																												
diametro	20																												
Area [mm ²]	3140																												
Staffe Φ	10																												
n° bracci	2																												
A _{sw} [mm ²]	157																												
s [mm]	200																												
Sollecitazioni di calcolo	VERIFICHE																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>N_{Ed} [kN]</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td>V_{Ed} [kN]</td><td style="text-align: center;">176.94</td></tr> </table>	N _{Ed} [kN]	0	V _{Ed} [kN]	176.94	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Sezione non armata a taglio</td></tr> <tr><td>V_{Rd} [kN]</td><td style="text-align: center;">201.45</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Verificato</td><td style="background-color: #00ff00;"></td></tr> </table>	Sezione non armata a taglio		V _{Rd} [kN]	201.45	Verificato																			
N _{Ed} [kN]	0																												
V _{Ed} [kN]	176.94																												
Sezione non armata a taglio																													
V _{Rd} [kN]	201.45																												
Verificato																													
Sezione armata a taglio	Crisi armatura a taglio																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>V_{Rsd} [kN]</td><td style="text-align: center;">428.51</td></tr> <tr><td>V_{Rcd} [kN]</td><td style="text-align: center;">791.86</td></tr> </table>	V _{Rsd} [kN]	428.51	V _{Rcd} [kN]	791.86	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>V_{Rd} [kN]</td><td style="text-align: center;">428.51</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Verificato</td><td style="background-color: #00ff00;"></td></tr> </table>	V _{Rd} [kN]	428.51	Verificato																					
V _{Rsd} [kN]	428.51																												
V _{Rcd} [kN]	791.86																												
V _{Rd} [kN]	428.51																												
Verificato																													

Figura 86-Verifica a Taglio (SLV+)

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 182 di 201

Sollecitazioni SLV-

Mmax = 310.37 kNm

Vmax = 172.43 kN

Figura 87-Verifica a flessione (SLV-)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 183 di 201

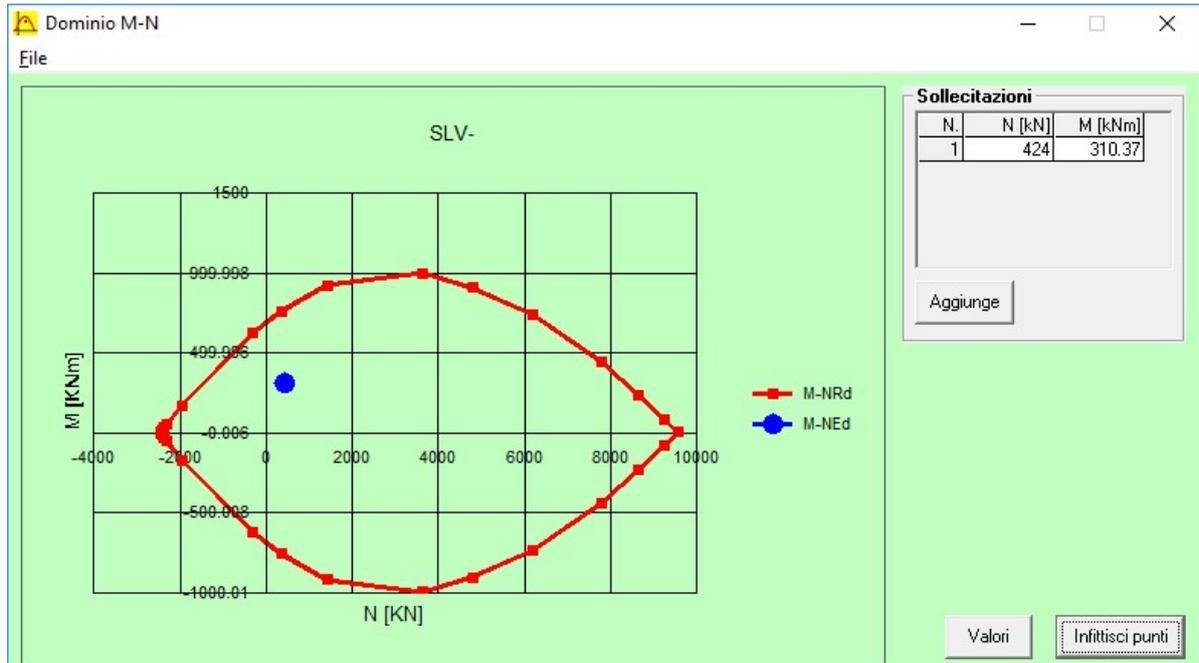


Figura 88- Dominio M-N SLV-

Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008																																																																			
Materiali	Geometria sezione	Armatura longitudinale	Sollecitazioni di calcolo																																																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="background-color: #e0ffe0;">Calcestruzzo</td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">20.8</td></tr> <tr><td>fcd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">11.8</td></tr> <tr><td colspan="2" style="background-color: #e0ffe0;">Acciaio</td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td style="text-align: center;">450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">391.3</td></tr> </table>	Calcestruzzo		Rck [Mpa]	25	fck [Mpa]	20.8	fcd [Mpa]	11.8	Acciaio		fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391.3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>b [mm]</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td style="text-align: center;">80</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td style="text-align: center;">620</td></tr> <tr><td colspan="2" style="background-color: #0000ff; color: white; text-align: center;">Parametri di verifica</td></tr> <tr><td>k</td><td style="text-align: center;">1.57</td></tr> <tr><td>v_{min}</td><td style="text-align: center;">0.31</td></tr> <tr><td>ρ_l</td><td style="text-align: center;">0.0072</td></tr> <tr><td>σ_{cp}</td><td style="text-align: center;">0.0000</td></tr> <tr><td>v</td><td style="text-align: center;">0.5</td></tr> <tr><td>(σ_{cp})*</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td>α_c</td><td style="text-align: center;">1.000</td></tr> <tr><td>ω_{sw}</td><td style="text-align: center;">0.037</td></tr> <tr><td>cotgθ</td><td style="text-align: center;">3.521</td></tr> <tr><td>cotgθ*</td><td style="text-align: center;">2.500</td></tr> </table>	b [mm]	700	h [mm]	700	c [mm]	80	d [mm]	620	Parametri di verifica		k	1.57	v _{min}	0.31	ρ _l	0.0072	σ _{cp}	0.0000	v	0.5	(σ _{cp})*	0	α _c	1.000	ω _{sw}	0.037	cotgθ	3.521	cotgθ*	2.500	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>n° barre</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td>diámetro</td><td style="text-align: center;">20</td></tr> <tr><td>Area [mm²]</td><td style="text-align: center;">3140</td></tr> <tr><td colspan="2" style="background-color: #0000ff; color: white; text-align: center;">Armatura trasversale</td></tr> <tr><td>Staffe Φ</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td>A_{sw} [mm²]</td><td style="text-align: center;">157</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td style="text-align: center;">200</td></tr> </table>	n° barre	10	diámetro	20	Area [mm ²]	3140	Armatura trasversale		Staffe Φ	10	n° bracci	2	A _{sw} [mm ²]	157	s [mm]	200	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>N_{Ed} [kN]</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td>V_{Ed} [kN]</td><td style="text-align: center;">172.43</td></tr> </table>	N _{Ed} [kN]	0	V _{Ed} [kN]	172.43
Calcestruzzo																																																																			
Rck [Mpa]	25																																																																		
fck [Mpa]	20.8																																																																		
fcd [Mpa]	11.8																																																																		
Acciaio																																																																			
fyk [Mpa]	450																																																																		
fyd [Mpa]	391.3																																																																		
b [mm]	700																																																																		
h [mm]	700																																																																		
c [mm]	80																																																																		
d [mm]	620																																																																		
Parametri di verifica																																																																			
k	1.57																																																																		
v _{min}	0.31																																																																		
ρ _l	0.0072																																																																		
σ _{cp}	0.0000																																																																		
v	0.5																																																																		
(σ _{cp})*	0																																																																		
α _c	1.000																																																																		
ω _{sw}	0.037																																																																		
cotgθ	3.521																																																																		
cotgθ*	2.500																																																																		
n° barre	10																																																																		
diámetro	20																																																																		
Area [mm ²]	3140																																																																		
Armatura trasversale																																																																			
Staffe Φ	10																																																																		
n° bracci	2																																																																		
A _{sw} [mm ²]	157																																																																		
s [mm]	200																																																																		
N _{Ed} [kN]	0																																																																		
V _{Ed} [kN]	172.43																																																																		
VERIFICHE																																																																			
Sezione non armata a taglio																																																																			
		V _{Rd} [kN]	201.45																																																																
		Verificato																																																																	
Sezione armata a taglio																																																																			
Crisi armatura a taglio																																																																			
		V _{Rsd} [kN]	428.51																																																																
		V _{Rcd} [kN]	791.86																																																																
		V _{Rd} [kN]	428.51																																																																
		Verificato																																																																	

Figura 89-Verifica a Taglio (SLV-)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 184 di 201

10.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA): $0.55 f_{ck}$
- Combinazione di carico quasi permanente: $0.40 f_{ck}$

Acciaio

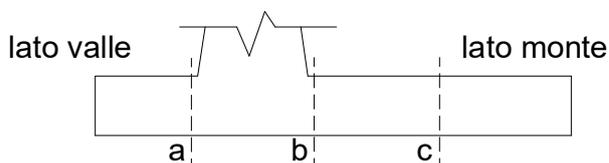
- Combinazione di carico caratteristica (RARA): $0.75 f_{yk}$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 185 di 201
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo								

10.5.1 Verifiche a fessurazione muro

Nel seguito si riporta la verifica a fessurazione eseguita sul muro di sostegno in oggetto.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

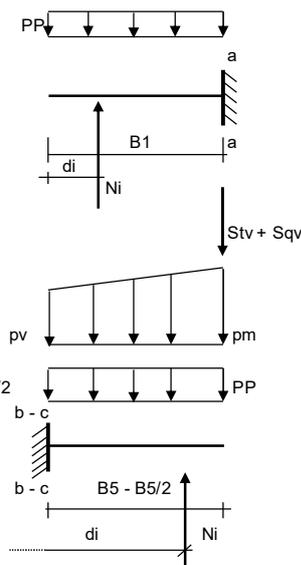
Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (Stv + Sqv) \cdot B_5 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola



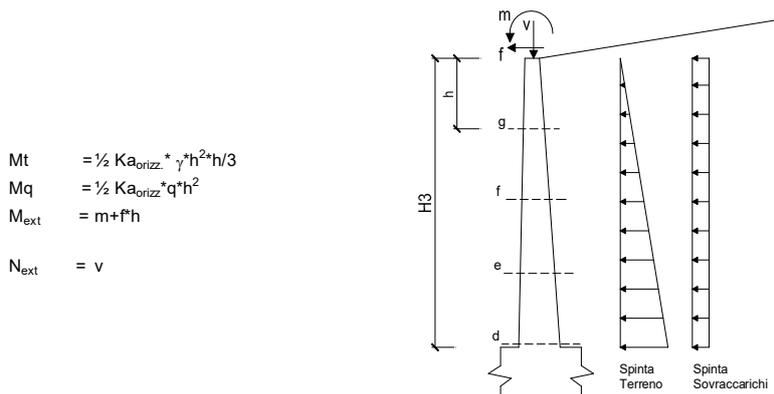
Peso Proprio	PP	=	27.50	(kN/m ²)
	pm	=	80.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	80.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	80.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Rara	100.59	-78.40	-56.39

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 186 di 201	

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



condizione Rara

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	21.40	32.10	59.86	113.36	28.49	59.20	87.69
e-e	2.40	9.03	18.06	52.43	79.51	28.49	42.30	70.79
f-f	1.60	2.68	8.03	45.00	55.70	28.49	26.80	55.29
g-g	0.80	0.33	2.01	37.57	39.91	28.49	12.70	41.19

condizione Rara

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ ^c	σ ^f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	100.59	0.00	1.10	15.71	15.71	0.97	66.22	0.110	0.200
b - b	-78.40	0.00	1.10	15.71	15.71	0.76	51.61	0.086	0.200
c - c	-56.39	0.00	1.10	15.71	15.71	0.54	37.12	0.062	0.200
d - d	113.36	87.69	0.88	15.71	15.71	1.63	69.63	0.116	0.200
e - e	79.51	70.79	0.81	15.71	15.71	1.32	52.68	0.088	0.200
f - f	55.70	55.29	0.74	15.71	15.71	1.08	40.80	0.068	0.200
g - g	39.91	41.19	0.67	15.71	15.71	0.93	33.69	0.054	0.200

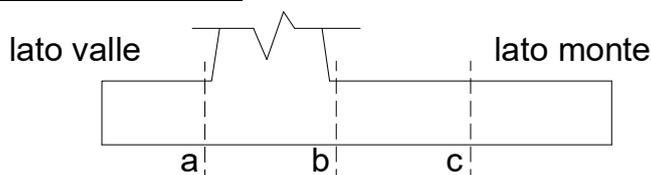
(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. PAGINA A 187 di 201

10.5.2 Verifiche alle tensioni muro

Nel seguito si riporta la verifica alle tensioni eseguita sul muro di sostegno in oggetto.

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE



Mensola Lato Valle

$$M_a = \sum N_i \cdot (B_1 - d_i) / i_i - PP \cdot (1 \pm kv) \cdot B_1^2 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Mensola Lato Monte

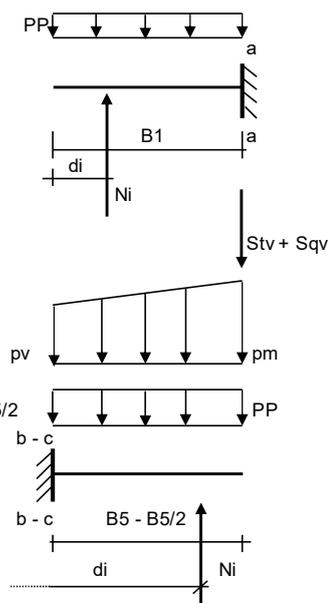
$$M_b = \sum N_i \cdot (B_5 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot B_5^2 / 2 + p_{vb} \cdot B_5^2 / 2 + (p_m - p_{vb}) \cdot B_5^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5$$

$$M_c = \sum N_i \cdot (B_5 / 2 - (B - d_i)) / i_i - [PP \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + p_{vc} \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (p_m - p_{vc}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3] \cdot (1 \pm kv) - (St_v + Sq_v) \cdot B_5 / 2$$

Σ estesa a tutti i pali presenti sulla mensola

Peso Proprio	PP	=	27.50	(kN/m ²)
	p _m	=	80.00	(kN/m ²)
	p _{vb}	=	80.00	(kN/m ²)
	p _{vc}	=	80.00	(kN/m ²)

caso	Ma	Mb	Mc
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
statico rara	100.59	-78.40	-56.39



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 Relazione di calcolo		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A PAGINA 188 di 201

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

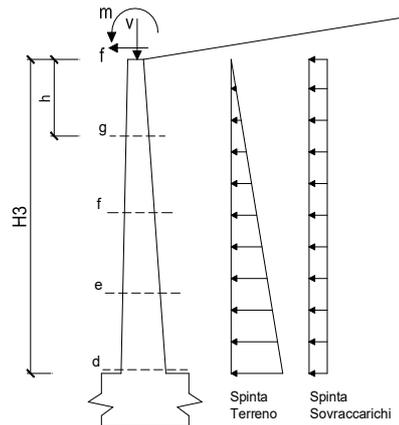
$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz}}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz}}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.20	21.40	32.10	59.86	113.36	28.49	59.20	87.69
e-e	2.40	9.03	18.06	52.43	79.51	28.49	42.30	70.79
f-f	1.60	2.68	8.03	45.00	55.70	28.49	26.80	55.29
g-g	0.80	0.33	2.01	37.57	39.91	28.49	12.70	41.19

Condizione Statica Rara

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ _c	σ _f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	100.59	0.00	1.10	15.71	15.71	0.97	66.22
b - b	-78.40	0.00	1.10	15.71	15.71	0.76	51.61
c - c	-56.39	0.00	1.10	15.71	15.71	0.54	37.12
d - d	113.36	87.69	0.88	15.71	15.71	1.63	69.63
e - e	79.51	70.79	0.81	15.71	15.71	1.32	52.68
f - f	55.70	55.29	0.74	15.71	15.71	1.08	40.80
g - g	39.91	41.19	0.67	15.71	15.71	0.93	33.69

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ck}=12.80$ MPa). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di 337.5 MPa.

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 189 di 201

10.5.3 Verifiche a fessurazione pali

Sollecitazioni sui pali SLE/ caratteristiche

caso	N pali all.1		N pali all.2		N pali all.3		T pali	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
statico Nmin	Permanenti	Accidentali	Permanenti	Accidentali	Permanenti	Accidentali	Permanenti	Accidentali
		91.62				-76.30		27.32
	440.58	91.62			426.35	-76.30	59.65	27.32
quasi perm		91.62				-76.30		27.32

Nel seguito si riporta la verifica a fessurazione eseguita sui pali di fondazione per $M = 1.9 * 1.0 * (59.65+27.32) = 165.24 \text{ kNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: Fessurazione

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : **SLE-Fessurazione (Rara)**

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 40 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N* barre uguali: 20
- Diametro barre: 2 [cm]
- Copriferro (baric.): 8 [cm]

N* barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN

M_{xEd}: 0 kNm

M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord. [cm]

xN: 0

yN: 0

Metodo di calcolo

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

Materiali

B450C C25/30

- ϵ_{su} : 67.5 ‰
- ϵ_{c2} : 2 ‰
- f_{yd} : 391.3 N/mm²
- ϵ_{cu} : 3.5 ‰
- E_s : 200,000 N/mm²
- f_{cd} : 14.17
- E_s/E_c : 15
- f_{cc}/f_{cd} : 0.8
- ϵ_{syd} : 1.957 ‰
- $\sigma_{c,adm}$: 9.75
- $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm²
- τ_{co} : 0.6
- τ_{c1} : 1.829

σ_c : -2.662 N/mm²

σ_c : 2.662 N/mm²

ϵ_s : 0.1597 ‰

Vertici: 52

Verifica

Precompresso

Figura 90-Verifica a fessurazione

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 190 di 201

La tensione σ_c risulta superiore al limite rispetto al quale si fa corrispondere la formazione delle fessure, ovvero $f_{ctm}/1.2$ (2.13 MPa). Pertanto la sezione risulta fessurata e si procede ad ulteriori controlli sull'apertura delle fessure.

Tipo di combinazione SLE					
Comb.	Rara (IF)	Verifica speciale?		Italferr (sotto bin.)	
Materiali					
Cls	C25/30	f_{ctm}	2.56 MPa	E_c	31447 MPa
Acciaio	B450C	f_{yk}	450 MPa	E_s	210000 MPa
				α_e	6.68
Ipotesi di calcolo					
Cond. ambientali		Aggressive			
Tipo di armature		Poco sensibili			
Tipi di carichi		Lunga durata			
Sollecitazioni e caratteristiche della sezione					
M_{Ed}	165.24 kNm	Sollecitazione flettente			
N_{Ed}	0 kN	Sforzo normale (negativo se di compressione)			
D	800 mm	d	730 mm		
c	70 mm				
x	252 mm	$A_{c,eff}$	15080 mm ²		
$ricopr.$	60 mm				
Caratteristiche dell'armatura					
sp_ϕ	101 mm	A_ϕ	314 mm ²		
$n. ferri$	20	ρ_{eff}	0.021		
ϕ	20 mm	σ_s	129.8 MPa		
Calcolo della deformazione unitaria media delle barre					
k_t	0.4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi				
ϵ_{sm}	0.0003709 deformazione unitaria media delle barre				
Calcolo della distanza massima tra le fessure					
$5(c+\phi/2)$	350 mm	> della spaziatura fra i ferri			
k_1	0.8				
k_2	0.5	(<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione)			
k_3	3.4				
k_4	0.425				
Δ_{smax}	367.28 mm	(Eq. C.4.1.17)	distanza massima fra le fessure		
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica					
$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$	0.136 mm	(Eq. C.4.1.15)			
w_{amm}	0.200 mm	> w_d : LA VERIFICA E' SODDISFATTA			

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 191 di 201
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	

10.5.4 Verifiche alle tensioni pali

Nel seguito si riporta la verifica alle tensioni eseguita sui pali di fondazione.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Tensione

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **SLE-Tensione (Rara)**

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 40 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 20
 Diametro barre: 2 [cm]
 Copriferro (baric.): 8 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

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

Materiali

B450C **C25/30**

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200,000 N/mm² f_{cd} : 14.17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8 ?
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

σ_c : -4.647 N/mm²
 σ_s : 129.8 N/mm²
 ϵ_s : 0.649 ‰
 d: 72 cm
 x: 25.15 x/d: 0.3494
 δ : 0.8767

Vertici: 52
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

Figura 91-Verifica alle tensioni

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ($0.40f_{ok}=9.96$ MPa). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>193 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	193 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	193 di 201								

11 TABULATI DI CALCOLO DELLA STRUTTURA SCATOLARE

*** PROJECT INFORMATION

Project Name :
Date : 2018/9/7

*** CONTROL DATA

Panel Zone Effect : Do not Calculate
Unit System : KN, M
Definition of Frame
- X Direction of Frame : Unbraced I Sway
- Y Direction of Frame : Unbraced I Sway
- Design Type : 3-D
Design Code
- Steel : Eurocode3:05
- Concrete : Eurocode2:04
- SRC : SSRC79

*** LOAD CASE DATA

NO	NAME	TYPE	SELF WEIGHT FACTOR			DESCRIPTION
			X	Y	Z	
2	G1	D	0.000	0.000	-1.000	Peso elementi strutturali
3	G1,st	D	0.000	0.000	0.000	spinta delle terre
10	G2	D	0.000	0.000	0.000	pp non strutturale (Ballast+armame~
14	RITIRO	D	0.000	0.000	0.000	Ritiro
13	Q, LM71 (1)	D	0.000	0.000	0.000	peso sovraccarico ferroviario Comb~
11	Q, LM71 (2)	D	0.000	0.000	0.000	peso sovraccarico ferroviario Comb~
21	Q,R	D	0.000	0.000	0.000	Peso sovraccarico stradale
8	Q,fr	D	0.000	0.000	0.000	Frenatura
17	T	D	0.000	0.000	0.000	temperatura
5	EH,pp	D	0.000	0.000	0.000	Forza di inerzia EH (proveniente d~
18	EH,st	D	0.000	0.000	0.000	Spinta terreni in condizioni sismi~
19	EHD	D	0.000	0.000	0.000	Incremento di spinta dovuta al sis~
1	Ev,pp	D	0.000	0.000	0.000	Forza di inerzia Ev (proveniente d~
4	G1,st-GEO	D	0.000	0.000	0.000	spinta delle terre
6	G2-GEO	D	0.000	0.000	0.000	pp non strutturale (Ballast+armame~
7	EH,st-GEO	D	0.000	0.000	0.000	Spinta terreni in condizioni sismi~
9	Q, LM71-GEO (1)	D	0.000	0.000	0.000	peso sovraccarico ferroviario Comb~
12	Q, LM71-GEO (2)	D	0.000	0.000	0.000	peso sovraccarico ferroviario Comb~

*** MATERIAL PROPERTY DATA

NO	NAME	TYPE	MODULUS OF	SHEAR	THERMAL	POISSON	WEIGHT
			ELASTICITY	MODULUS	COEFF.	RATIO	DENSITY
1	C32/40	CONC	3.364e+007	1.402e+007	1e-005	0.2	25
2	NULL	CONC	1e+014	4.167e+013	0	0.2	0

NO	NAME	TYPE	STRENGTH OF DESIGN MATERIAL			
			STEEL	CONCRETE	MAIN REBAR	SUB REBAR
1	C32/40	CONC	-	0	4e+005	4e+005
2	NULL	CONC	-	0	4e+005	4e+005

*** NODE DATA

NO	X	Y	Z	TEMPERATURE
1	0	0	0.5	0
2	3.4	0	0.5	0
3	3.4	0	3.75	0
4	0	0	3.75	0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	194 di 201

5	0.4857	0	3.75	0
6	0.9714	0	3.75	0
7	1.457	0	3.75	0
8	1.943	0	3.75	0
9	2.429	0	3.75	0
10	2.914	0	3.75	0
21	0.4857	0	0.5	0
22	0.9714	0	0.5	0
23	1.457	0	0.5	0
24	1.943	0	0.5	0
25	2.429	0	0.5	0
26	2.914	0	0.5	0
27	3.4	0	1.042	0
28	3.4	0	1.583	0
29	3.4	0	2.125	0
30	3.4	0	2.667	0
31	3.4	0	3.208	0
32	0	0	1.042	0
33	0	0	1.583	0
34	0	0	2.125	0
35	0	0	2.667	0
36	0	0	3.208	0

** POINT SPRING SUPPORT

NODE	TRANSLATIONAL DIRECTION			ROTATIONAL DIRECTION		
	SDx	SDy	SDz	SRx	SRy	SRz
1	85000.0000	85000.0000	8500.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	85000.0000	85000.0000	8500.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	170000.0000	170000.0000	17000.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	170000.0000	170000.0000	17000.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	170000.0000	170000.0000	17000.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	170000.0000	170000.0000	17000.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	170000.0000	170000.0000	17000.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	170000.0000	170000.0000	17000.0000	0.0000	0.0000	0.0000

*** SECTION PROPERTY DATA

NO	NAME	SHAPE	H	B	tw	tf1	r1
1	rig	SB	1	1	0	0	0
2	0.40x1	SB	0.4	1	0	0	0
3	0.50x1	SB	0.5	1	0	0	0

NO	NAME	STIFFNESS SCALE FACTOR						Boundary Group
		A	Asy	Asz	Ix	Iy	Iz	
1	rig							
2	0.40x1							
3	0.50x1							

NO	NAME	AREA [SRC:EQIV.]	MOMENT OF INERTIA			SHAPE FACTOR	
			Ix	Iy	Iz	k-Y	k-Z
1	rig	1	0.1406	0.08333	0.08333	0.8333	0.8333
2	0.40x1	0.4	0.01597	0.005333	0.03333	0.8333	0.8333
3	0.50x1	0.5	0.02861	0.01042	0.04167	0.8333	0.8333

NO	NAME	SECTION MODULUS Sy		SECTION MODULUS Sz	
		I or CONC.	J or STEEL	I or CONC.	J or STEEL
1	rig	0.1667	0.1667	0.1667	0.1667
2	0.40x1	0.02667	0.02667	0.06667	0.06667
3	0.50x1	0.04167	0.04167	0.08333	0.08333

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.09.00.001</td> <td>A</td> <td>195 di 201</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	195 di 201
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	195 di 201								

*** BEAM MEMBER DATA

NO	NODAL	CONNECTIVITY		BEAM END RELEASE		MATERIAL	SECTION	LENGTH
		I	J	I	J			
1	1	21	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
2	2	27	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
4	4	5	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
5	5	6	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
6	6	7	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
7	7	8	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
8	8	9	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
9	9	10	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
10	10	3	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.4857
21	21	22	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
22	22	23	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
23	23	24	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
24	24	25	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
25	25	26	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
26	26	2	-	-	-	C32/40	0.50x1	0.4857
27	1	32	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
28	27	28	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
29	28	29	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
30	29	30	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
31	30	31	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
32	31	3	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
33	32	33	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
34	33	34	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
35	34	35	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
36	35	36	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417
37	36	4	-	-	-	C32/40	0.40x1	0.5417

*** TOTAL WEIGHT / VOLUME / SURFACE AREA SUMMARY

SECTION NO	SECTION NAME	SURFACE AREA	VOLUMN	WEIGHT	FRAME NUMBER	TRUSS NUMBER
1	rig	0	0	0	0	0
2	0.40x1	27.72	3.96	99	19	0
3	0.50x1	10.2	1.7	42.5	7	0

*** LOAD DATA

; Self Weight, Nodal Load, Specified Displacement, Beam Load, Floor Load, Finishing Material Load, System Temperature, Nodal Temperature, Element Temperature, Beam Section Temperature, Wind Load, Static Seismic Load, Time History Analysis Data

[LOAD CASE : G1]

** SELF WEIGHT DATA

; X=0, Y=0, Z=-1

[LOAD CASE : G1,st]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	-38.3	1	-32.9	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	38.3	1	32.9	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-32.9	1	-27.6	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-27.6	1	-22.3	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-22.3	1	-17	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-17	1	-11.7	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-11.7	1	-6.38	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	32.9	1	27.6	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	27.6	1	22.3	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	22.3	1	17	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	17	1	11.7	0	0	0	0

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 196 di 201

37 Uniform Load GX NO 0 11.7 1 6.38 0 0 0 0

[LOAD CASE : G2]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
1	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
2	Uniform Load	GX	NO	0	-7.29	1	-7.29	0	0	0	0
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
21	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
22	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
23	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
24	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
25	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
26	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	7.29	1	7.29	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-7.29	1	-7.29	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-7.29	1	-7.29	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-7.29	1	-7.29	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-7.29	1	-7.29	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-7.29	1	-7.29	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	7.29	1	7.29	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	7.29	1	7.29	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	7.29	1	7.29	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	7.29	1	7.29	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	7.29	1	7.29	0	0	0	0

[LOAD CASE : Q,LM71(1)]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	-45	1	-45	0	0	0	0
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-45	1	-45	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-45	1	-45	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-45	1	-45	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-45	1	-45	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-45	1	-45	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0

[LOAD CASE : Q,LM71(2)]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 197 di 201

7	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	45	1	45	0	0	0	0

[LOAD CASE : Q,R]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
1	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0
1	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
21	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0
21	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
22	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
22	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0
23	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
23	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0
24	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
24	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0
25	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
25	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0
26	Uniform Load	GZ	NO	0	-141	1	-141	0	0	0	0
26	Uniform Load	GZ	NO	0	-9	1	-9	0	0	0	0

[LOAD CASE : Q,fr]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
4	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0
5	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0
6	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0
7	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0
8	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0
9	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0
10	Uniform Load	GX	NO	0	10.2	1	10.2	0	0	0	0

[LOAD CASE : T]

** MEMBER TEMPERATURE LOAD DATA

MEMBER	TEMPERATURE
1	15
2	15
4	15
5	15
6	15
7	15
8	15
9	15
10	15
21	15
22	15
23	15
24	15
25	15
26	15
27	15
28	15
29	15

APPALTATORE: Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.	Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: Mandatario: SYSTRA S.A.	Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	CL	SL.09.00.001	A	198 di 201

30 15
31 15
32 15
33 15
34 15
35 15
36 15
37 15

[LOAD CASE : EH,pp]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
4	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
5	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
6	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
7	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
8	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
9	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
10	Uniform Load	GX	NO	0	8.86	1	8.86	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	5.44	1	5.44	0	0	0	0

[LOAD CASE : EH,st]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	-38.3	1	-32.9	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	38.3	1	32.9	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-32.9	1	-27.6	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-27.6	1	-22.3	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-22.3	1	-17	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-17	1	-11.7	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-11.7	1	-6.38	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	32.9	1	27.6	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	27.6	1	22.3	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	22.3	1	17	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	17	1	11.7	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	11.7	1	6.38	0	0	0	0

[LOAD CASE : EHD]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
27	Uniform Load	GX	NO	0	25.5	1	25.5	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	25.5	1	25.5	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	25.5	1	25.5	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	25.5	1	25.5	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	25.5	1	25.5	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	25.5	1	25.5	0	0	0	0

[LOAD CASE : Ev,pp]

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 Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 199 di 201	

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-7.14	1	-7.14	0	0	0	0
27	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
28	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
29	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
30	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
31	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
32	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
33	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
34	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
35	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
36	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0
37	Uniform Load	GZ	NO	0	-1.3	1	-1.3	0	0	0	0

[LOAD CASE : G1,st-GEO]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	-45.3	1	-39	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	45.3	1	39	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-39	1	-32.7	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-32.7	1	-26.4	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-26.4	1	-20.1	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-20.1	1	-13.8	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-13.8	1	-7.55	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	39	1	32.7	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	32.7	1	26.4	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	26.4	1	20.1	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	20.1	1	13.8	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	13.8	1	7.55	0	0	0	0

[LOAD CASE : G2-GEO]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
1	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
2	Uniform Load	GX	NO	0	-8.62	1	-8.62	0	0	0	0
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-26	1	-26	0	0	0	0
21	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
22	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
23	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
24	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
25	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
26	Uniform Load	GZ	NO	0	-4	1	-4	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	8.62	1	8.62	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-8.62	1	-8.62	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-8.62	1	-8.62	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-8.62	1	-8.62	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-8.62	1	-8.62	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-8.62	1	-8.62	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	8.62	1	8.62	0	0	0	0

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				
		ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL.09.00.001	REV. A	PAGINA 200 di 201	

34	Uniform Load	GX	NO	0	8.62	1	8.62	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	8.62	1	8.62	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	8.62	1	8.62	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	8.62	1	8.62	0	0	0	0

[LOAD CASE : EH,st-GEO]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	-45.3	1	-39	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	45.3	1	39	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-39	1	-32.7	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-32.7	1	-26.4	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-26.4	1	-20.1	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-20.1	1	-13.8	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-13.8	1	-7.55	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	39	1	32.7	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	32.7	1	26.4	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	26.4	1	20.1	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	20.1	1	13.8	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	13.8	1	7.55	0	0	0	0

[LOAD CASE : Q,LM71-GEO(1)]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
2	Uniform Load	GX	NO	0	-53.3	1	-53.3	0	0	0	0
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
28	Uniform Load	GX	NO	0	-53.3	1	-53.3	0	0	0	0
29	Uniform Load	GX	NO	0	-53.3	1	-53.3	0	0	0	0
30	Uniform Load	GX	NO	0	-53.3	1	-53.3	0	0	0	0
31	Uniform Load	GX	NO	0	-53.3	1	-53.3	0	0	0	0
32	Uniform Load	GX	NO	0	-53.3	1	-53.3	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0

[LOAD CASE : Q,LM71-GEO(2)]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4	P4
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-98.9	1	-98.9	0	0	0	0
27	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
33	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
34	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
35	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
36	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0
37	Uniform Load	GX	NO	0	53.3	1	53.3	0	0	0	0

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.09.00.001 A 201 di 201	

*** LOAD COMBINATION DATA

** GENERAL

NO	NAME	TYPE	ACTIVE	DESCRIPTION
1	SLU-STR	Add	ACTIVE	Slu con solo carichi pemanenti
2	SLU-STR-T~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-T(1)
3	SLU-STR-T~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-T(3)
4	SLU-STR-R~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-R(1)
5	SLU-STR-R~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-R(3)
6	SLU-STR-L~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-LM71(1)
7	SLU-STR-L~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-LM71(2)
8	SLU-STR-L~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-LM71(3)
9	SLU-STR-L~	Add	ACTIVE	Slu Strutturale-LM71(4)
10	EH-STR(1)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale Eh+0.3Ev
11	EH-STR(3)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale Eh-0.3Ev
12	EV-STR(1)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale EV+0.3EH
13	EV-STR(3)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale EV-0.3EH
14	SLU-GEO-T~	Add	ACTIVE	Slu Geo-T(1)
15	SLU-GEO-T~	Add	ACTIVE	Slu Geo-T(3)
16	SLU-GEO-R~	Add	ACTIVE	Slu Geo-R(1)
17	SLU-GEO-R~	Add	ACTIVE	Slu Geo-R(3)
18	SLU-GEO-L~	Add	ACTIVE	Slu Geo-LM71(1)
19	SLU-GEO-L~	Add	ACTIVE	Slu Geo-LM71(2)
20	SLU-GEO-L~	Add	ACTIVE	Slu Geo-LM71(3)
21	SLU-GEO-L~	Add	ACTIVE	Slu Geo-LM71(4)
22	EH-GEO(1)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale Eh+0.3Ev
23	EH-GEO(3)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale Eh-0.3Ev
24	EV-GEO(1)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale EV+0.3EH
25	EV-GEO(3)	Add	ACTIVE	Sismica Strutturale -EV+0.3EH
26	SLE-QP	Add	ACTIVE	Quasi permanente
27	SLE-FR-T	Add	ACTIVE	Combinazione frequente - T
28	SLE-FR-R	Add	ACTIVE	Combinazione frequente - R
29	SLE-FR-LM~	Add	ACTIVE	Combinazione frequente -LM71(1)
30	SLE-R-T(1)	Add	ACTIVE	Combinazione rara- T(1)
31	SLE-R-R(1)	Add	ACTIVE	Combinazione rara- R(1)
32	SLE-R-LM7~	Add	ACTIVE	Combinazione rara- LM71(1)
33	SLE-R-LM7~	Add	ACTIVE	Combinazione rara- LM71(2)
34	SLE-RARA ~	Add	ACTIVE	Combinazione rara- LM71(1)
35	INV_SLUstr	Envelope	ACTIVE	Inviluppo SLU strutturale
36	INV_SLUgeo	Envelope	ACTIVE	Inviluppo SLU geotecnic
37	INV-SLV-s~	Envelope	ACTIVE	Inviluppo SLV strutturale
38	INV-SLV-g~	Envelope	ACTIVE	Inviluppo SLV geotecnico
39	INV-SLE-FR	Envelope	ACTIVE	Inviluppo SLE frequente
40	INV-SLE-R	Envelope	ACTIVE	Inviluppo SLE rara