

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA
INTERFERENZE ED OPERE IDRAULICHE
GENERALE

Relazione di calcolo tombini ferroviari

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	Alpina Sp.A. Ing. P. Galvanin

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	CL	IN0000	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	A. Lisi	21/02/2020	L. Zanelotti	21/02/2020	M. Vernaleone	21/02/2020	Ing. P. Galvanin 10/06/2020
B	Recepimento istruttoria	A. Lisi	10/06/2020	L. Zanelotti	10/06/2020	M. Vernaleone	10/06/2020	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 2 di 197

Indice

1.	INTRODUZIONE	6
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3.	CRITERI DI CALCOLO.....	8
4.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA	8
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
5.1	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	10
5.2	CALCESTRUZZO.....	10
5.3	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	11
5.4	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI.....	11
5.5	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE.....	12
6.	PARAMETRI SISMICI.....	13
7.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	14
8.	TOMBINO SCATOLARE – IN01.....	15
8.1	INQUADRAMENTO GENERALE	15
8.2	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	16
8.3	MODELLAZIONE STRUTTURALE	17
8.3.1	CODICE DI CALCOLO.....	17
8.3.2	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	17
8.4	ANALISI DEI CARICHI	20
8.4.1	PESO PROPRIO STRUTTURE (G_1)	20
8.4.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (G_{2-1} E G_{2-2})	20
8.4.3	SPINTA DEL TERRENO (G_{3-1} , G_{3-2} , G_{3-3} , E G_{3-4})	20
8.4.4	IDROSTATICA (G_{2-5})	22
8.4.5	RITIRO (ER).....	22
8.4.6	AZIONI VARIABILI VERTICALI (TRENI DI CARICO – Q_{11} , Q_{12} , 13 E Q_{21} , Q_{22} , Q_{23})	23
8.4.7	AZIONI VERTICALI CAUSATE DA TRAFFICO FERROVIARIO – TRENO DI CARICO LM71 (Q_{11}).....	26
8.4.8	AZIONI VERTICALI CAUSATE DA TRAFFICO FERROVIARIO – TRENO DI CARICO SW/2 (Q_{21})	26
8.4.9	AZIONI ORIZZONTALI TRAFFICO FERROVIARIO – TRENI DI CARICO LM71 (Q_{12}) E SW/2 (Q_{22})	26
8.4.10	AZIONI DA AVVIAMENTO/FRENATURA – TRENI DI CARICO LM71 (Q_{13}) E SW/2 (Q_{23}).....	27
8.4.11	SERPEGGIO (Q_{14} – Q_{24}).....	27
8.5	CARICHI SISMICI (S_1 - S_2 - S_3 - S_4).....	28

APPALTATORE: Consorzio  Soci  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria  Mandanti  	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0000 001</td> <td>B</td> <td>3 di 197</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	3 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	3 di 197													

8.5.1	INCREMENTO SISMICO SPINTA DELLE TERRE (S1)	29
8.5.2	INERZIA CARICHI PERMANENTI (S2).....	29
8.5.3	INERZIA STRUTTURA (S3).....	29
8.5.4	INERZIA SOVRACCARICO (S4).....	29
8.6	RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI.....	30
8.7	COMBINAZIONI DI CARICO	31
8.7.1	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLU.....	31
8.7.2	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLE.....	32
8.8	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	33
8.8.1	CONDIZIONI DI CARICO.....	33
8.8.2	COMBINAZIONI SLU DI TIPO STR.....	34
8.8.3	COMBINAZIONI SLV	40
8.8.4	COMBINAZIONI SLE – QUASI PERMANENTE – FREQUENTE – CARATTERISTICA.....	43
8.8.5	DIAGRAMMI RELATIVI ALLE COMBINAZIONI ELEMENTARI	49
8.8.6	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU/SLV	54
8.8.7	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE.....	57
8.9	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	60
8.9.1	SOLETTA SUPERIORE	63
8.9.2	PIEDRITTI.....	70
8.9.3	SOLETTA INFERIORE.....	76
8.10	VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO.....	83
8.10.1	COAZIONI INTERNE LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	83
8.10.2	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	84
9.	MURO AD “U”– IN01.....	86
9.1	INQUADRAMENTO GENERALE	86
9.2	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	87
9.3	MODELLAZIONE STRUTTURALE	88
9.3.1	CODICE DI CALCOLO.....	88
9.3.2	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	88
9.4	ANALISI DEI CARICHI	91
9.4.1	PESO PROPRIO STRUTTURE (G ₁)	91
9.4.2	SPINTA DEL TERRENO (G ₃₋₁ , G ₃₋₂ , G ₃₋₃ , E G ₃₋₄)	91
9.4.3	IDROSTATICA (G ₂₋₅)	92
9.5	CARICHI SISMICI (S ₁ -S ₂ -S ₃ -S ₄).....	93
9.5.1	INCREMENTO SISMICO SPINTA DELLE TERRE (S1)	94
9.5.2	INERZIA STRUTTURA (S3).....	94
9.6	RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI.....	95
9.7	COMBINAZIONI DI CARICO	96

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL IN0000 001 B 4 di 197

9.7.1	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLU.....	96
9.7.2	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLE.....	97
9.8	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	98
9.8.1	CONDIZIONI DI CARICO.....	98
9.8.2	COMBINAZIONI SLU DI TIPO STR.....	98
9.8.3	COMBINAZIONI SLV	99
9.8.4	COMBINAZIONI SLE – QUASI PERMANENTE – FREQUENTE – CARATTERISTICA.....	100
9.8.5	DIAGRAMMI RELATIVI ALLE COMBINAZIONI ELEMENTARI	101
9.8.6	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU/SLV	104
9.8.7	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE.....	107
9.9	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO.....	110
9.9.1	PIEDRITTI.....	113
9.9.2	SOLETTA INFERIORE.....	117
9.10	VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO.....	124
9.10.1	COAZIONI INTERNE LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	124
9.10.2	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	125
10.	TOMBINO SCATOLARE – IN03 – IN07	127
10.1	INQUADRAMENTO GENERALE	127
10.2	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	128
10.3	MODELLAZIONE STRUTTURALE	129
10.3.1	CODICE DI CALCOLO.....	129
10.3.2	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	129
10.4	ANALISI DEI CARICHI	132
10.4.1	PESO PROPRIO STRUTTURE (G ₁)	132
10.4.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (G ₂₋₁ E G ₂₋₂)	132
10.4.3	SPINTA DEL TERRENO (G ₃₋₁ , G ₃₋₂ , G ₃₋₃ , E G ₃₋₄)	132
10.4.4	IDROSTATICA (G ₂₋₅)	134
10.4.5	RITIRO (ER).....	134
10.4.6	AZIONI VARIABILI VERTICALI (TRENI DI CARICO – Q ₁₁ , Q ₁₂ , 13 E Q ₂₁ , Q ₂₂ , Q ₂₃)	135
10.4.7	AZIONI VERTICALI CAUSATE DA TRAFFICO FERROVIARIO – TRENO DI CARICO LM71 (Q ₁₁).....	138
10.4.8	AZIONI VERTICALI CAUSATE DA TRAFFICO FERROVIARIO – TRENO DI CARICO SW/2 (Q ₂₁)	138
10.4.9	AZIONI ORIZZONTALI TRAFFICO FERROVIARIO – TRENI DI CARICO LM71 (Q ₁₂) E SW/2 (Q ₂₂)	138
10.4.10	AZIONI DA AVVIAMENTO/FRENATURA – TRENI DI CARICO LM71 (Q ₁₃) E SW/2 (Q ₂₃).....	139
10.4.11	SERPEGGIO (Q ₁₄ – Q ₂₄).....	139
10.5	CARICHI SISMICI (S ₁ -S ₂ -S ₃ -S ₄).....	140
10.5.1	INCREMENTO SISMICO SPINTA DELLE TERRE (S1)	141
10.5.2	INERZIA CARICHI PERMANENTI (S2).....	141
10.5.3	INERZIA STRUTTURA (S3).....	141
10.5.4	INERZIA SOVRACCARICO (S4).....	141

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0000 001</td> <td>B</td> <td>5 di 197</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	5 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	5 di 197													

10.6	RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI.....	142
10.7	COMBINAZIONI DI CARICO	143
10.7.1	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLU.....	143
10.7.2	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA ALLO SLE.....	144
10.8	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	145
10.8.1	CONDIZIONI DI CARICO.....	145
10.8.2	COMBINAZIONI SLU DI TIPO STR.....	146
10.8.3	COMBINAZIONI SLV	152
10.8.4	COMBINAZIONI SLE – QUASI PERMANENTE – FREQUENTE – CARATTERISTICA.....	155
10.8.5	DIAGRAMMI RELATIVI ALLE COMBINAZIONI ELEMENTARI	161
10.8.6	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU/SLV	166
10.8.7	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE.....	169
10.9	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	172
10.9.1	SOLETTA SUPERIORE	175
10.9.2	PIEDRITTI.....	182
10.9.3	SOLETTA INFERIORE.....	188
10.10	VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO.....	195
10.10.1	COAZIONI INTERNE LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	195
10.10.2	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI LONGITUDINALI DOVUTE AI FENOMENI DI RITIRO	196

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 6 di 197

1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di verificare le strutture in c.a. dei tombini scatolari ferroviari situati a specifiche progressive della tratta AV/AC Napoli – Bari del I lotto funzionale Apice - Hirpinia. Le strutture previste sono costituite da manufatti scatolari in calcestruzzo armato.

Gli scatolari verificati vengono di seguito riportati:

- IN01 - Prog. Km 0+700 nel tratto RI01
- IN03 – Prog. Km 17+749 nel tratto FV02
- IN07 – Prog. Km 18+080 nel tratto FV02

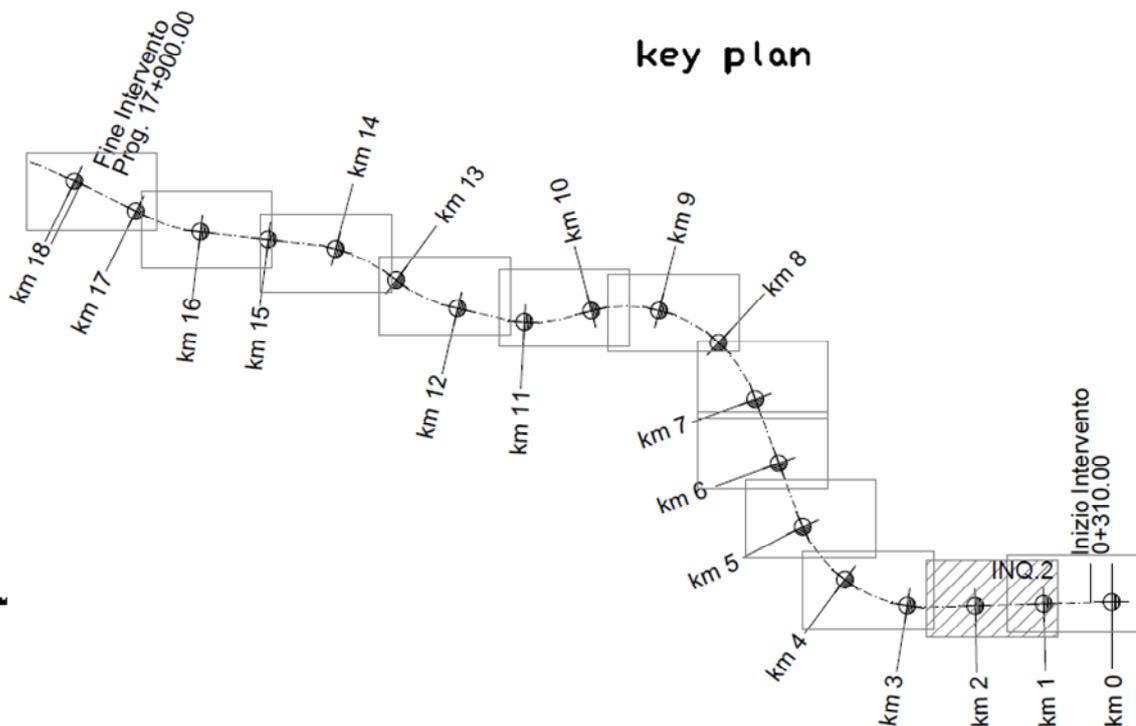


Figura 1 Planimetria generale del tracciato ferroviario Apice - Hirpinia

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 7 di 197

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 1998-5 (Euro codice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Euro codice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1:Regole generali e regole per edifici”;
- **D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;**
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione dell’ «Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni» di cui al DM 14 gennaio 2008;**
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili
- RFI DTC SI SP IFS 001 A Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 8 di 197

3. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

4. CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2., assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 75 anni.

La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 112,5 \text{ anni.}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 9 di 197

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(SLV)=10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1068 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite il software-free "SPETTRI-NTC ver. 1.0.3" (dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici) o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*_c .

$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_c \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 10 di 197

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle opere è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali:

5.1 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

5.2 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione della soletta inferiore dello scatolare e delle fondazioni dei muri, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C28/35 ($R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37,05 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 32588 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 16.46 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.82 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.98 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.32 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.60 \times f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.45 \times f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Per la realizzazione dei piedritti e della soletta di copertura dello scatolare e delle elevazioni dei muri, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C32/40 ($R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 33,2 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41,20 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33642 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 18,81 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3,02 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2,11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,41 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.60 \times f_{ck} = 19,92 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.45 \times f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		<p align="center">ITINERARIO NAPOLI – BARI</p> <p align="center">RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</p> <p align="center">I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</p>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 11 di 197	

5.3 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica $\rightarrow f_{yk} \geq 450$ N/mm²
- Tensione caratteristica a rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 540$ N/mm²
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_s = 0.80 * f_{yk} = 360.00$ N/mm²
- Fattore di sicurezza acciaio $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30$ N/mm²

5.4 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

SCATOLARE:

<i>Soletta inferiore</i>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC2
<i>Piedritti</i>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XD3-XF2
<i>Soletta superiore</i>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XD3

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 12 di 197

Per quanto riguarda l'elevazione, vengono indicate tre classi di esposizione in quanto si prendono in considerazione i tre aspetti relativi alla corrosione indotta dalla carbonatazione, alla corrosione indotta dai cloruri, ed all'attacco dei cicli gelo-disgelo. Viene scelta come rappresentativa la classe di esposizione XD3 che è considerata aggressiva e più gravosa ai fini dell'assunzione delle grandezze variabili da adottare.

5.5 COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

Considerate le condizioni ambientali dell'opera e le classi di resistenza del calcestruzzo, si adotta un copriferro nominale pari a $c_{nom} = 40$ mm per le fondazioni e pari a $c_{nom} = 60$ mm per le elevazioni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 13 di 197

6. PARAMETRI SISMICI

L'opera è situata nel comune di Grottaminarda in provincia di Avellino.

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV ($T_R=1068$ anni) sono i seguenti:

$$a_g = 0.380 \text{ g}$$

$$a_{gv} = 0.316 \text{ g};$$

$$F_0 = 2.293;$$

$$T^*_c = 0.411 \text{ s};$$

Per quanto riguarda il sottosuolo su cui insiste l'opera, si assume che ricada in categoria sismica "C" e categoria topografica "T1". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_S = 1.18$$

$$S_T = 1.00$$

L'accelerazione massima orizzontale viene valutata pari a:

$$a_{\max} (\text{SLV}) = S a_g = 1.18 \times 1.00 \times 0.380 \text{ g} = \mathbf{0.448 \text{ g}}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 14 di 197

7. PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da rilevati e da rinterri, sono:

Materiali da rilevato (ballast ferroviario):

$$\Phi'_k = 35^\circ$$

$$\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

Materiali da rinterro a tergo dei muri:

- $\Phi'_k = 38^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 15 di 197

8. TOMBINO SCATOLARE – IN01

8.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Il Tombino scatolare è situato nei pressi della nuova stazione Hirpinia alla progressiva Km. 0+700 nel tratto RI01, le cui dimensioni di progetto derivano dallo studio idraulico delle portate ad essi afferenti.

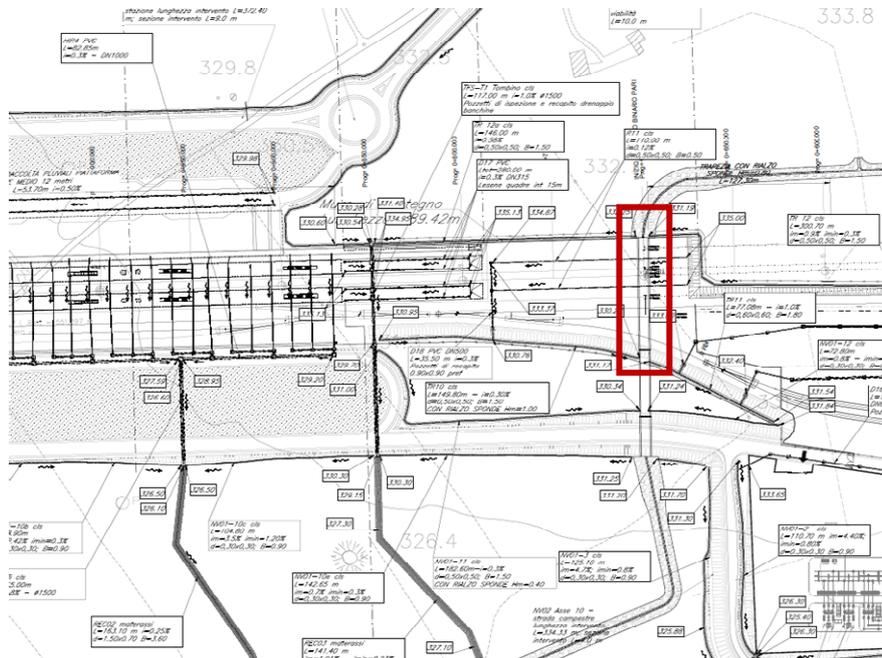


Figura 2 Inquadramento del tombino scatolare

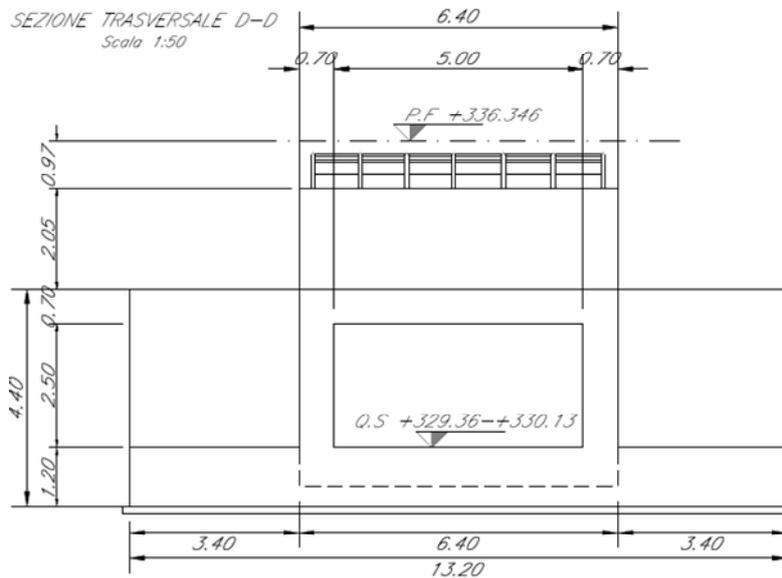
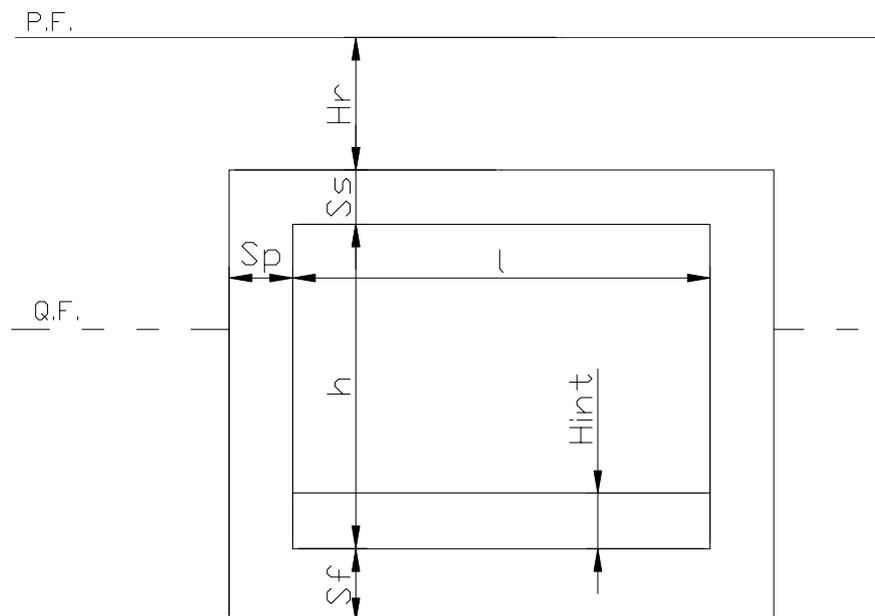


Figura 3 Sezione trasversale del tombino

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 16 di 197

8.2 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La sezione presa di riferimento per il calcolo è cautelativamente quella sottostante a due binari con un interasse di 4 m. Per la presenza di due binari di marcia ravvicinati, tutti i carichi provenienti dal carico ferroviario vengono raddoppiati. Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della struttura:



Dimensioni geometriche (sezione in retto):

- $l = 5,00 \text{ m}$
- $h = 2,50 \text{ m}$
- $S_s = 0,70 \text{ m}$
- $S_f = 0,80 \text{ m}$
- $S_p = 0,70 \text{ m}$
- $H_r = 3,09 \text{ m}$ (2,29 m + 0,80 m di rilevato ferroviario [ballast])
- P.F. = quota Piano Ferro (a 3,09 m sopra l'estradosso della soletta superiore)
- Q.F. = quota falda, minore della quota fondo scatolare.

La falda è al di sotto del piano di fondazione dello scatolare e pertanto non influenza il dimensionamento dell'opera.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 17 di 197

8.3 MODELLAZIONE STRUTTURALE

8.3.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un software ad elementi finiti (SAP2000), i setti in c.a. sono stati schematizzati con elementi "beam" mutuamente incastrati, con riferimento ad una larghezza unitaria della struttura; pertanto il calcolo viene condotto come un telaio piano.

8.3.2 Modellazione adottata

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti, assumendo uno schema statico di telaio chiuso.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso alla teoria delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- K_s = costante di sottofondo [F/L³]
- b_t = interasse trasversale di competenza della generica molla
- b_l = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1,00 m)
- $W_s = K_s (b_t \times b_l)$ = caratteristica elastica della generica molla

La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è calcolata come segue:

$$k_s = \frac{p}{s}$$

Dove:

- p = è la pressione della struttura esercitata sul terreno;
- s = è il cedimento corrispondente, calcolato come: $s = K_r \cdot \sum_i \frac{\Delta\sigma_{vi} \cdot \Delta H_i}{E_i}$

dove: E = modulo elastico strato terreno;

H = altezza dello strato del terreno;

σ_v = tensione verticale corrispondente;

K_r = coefficiente di rigidità della fondazione.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 18 di 197

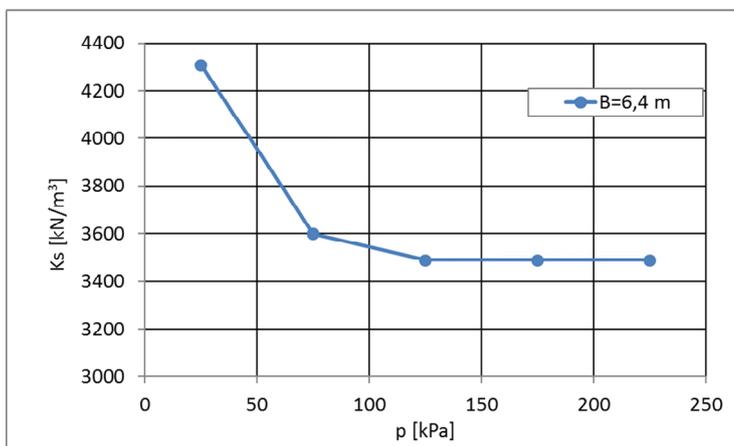
La stratigrafia del terreno nella porzione interessata presenta quattro diversi strati:

- 1° strato: Limo – Argilla | H = 6,00 m. | $E_{op2} = 13$ Mpa
- 2° strato: Sabbie | H = 2,50 m. | $E_{op2} = 20$ Mpa
- 3° strato: Ghiaie | H = 3,00 m. | $E_{op2} = 34$ Mpa
- 4° strato: Anzano | H = 6,00 m. | $E_{op2} = 45,5$ Mpa

Di seguito viene riportata la tabella con la quale è stato ottenuto il valore di K_s :

<i>larghezza della fondazione</i>	B	6,4	[m]
<i>pressione media in fondazione</i>	q	125,0	[kPa]
<i>coefficiente di Poisson</i>	n	0,30	[-]
<i>passo di calcolo</i>	Dz	0,5	[m]
<i>quota della falda</i>	z _w	3,0	[m]
<i>peso acqua</i>	g _w	10,0	[kN/m ³]
<i>peso terreno</i>	g	20,0	[kN/m ³]
<i>peso del terreno immerso</i>	g'	12,0	[kN/m ³]
<i>coefficiente di rigidità della fondazione</i>	k _r	0,85	[-]
<i>limite dell'incremento</i>	a	0,10	[-]
<i>profondità del piano di posa</i>	z _i	0,00	[m]
<i>cedimento in asse</i>	w	35,92	[mm]
<i>costante di sottofondo</i>	$k_s = p/w$	3490	[kN/m ³]

Inoltre, è stata condotta un'analisi parametrica del valore di K_s per ottenere il valore più congruo e omogeneo, al variare della pressione esercitata dalla struttura sul terreno sottostante. È stato ottenuto come valore più corretto da applicare al modello: **$K_s = 3500$ kN/m³**

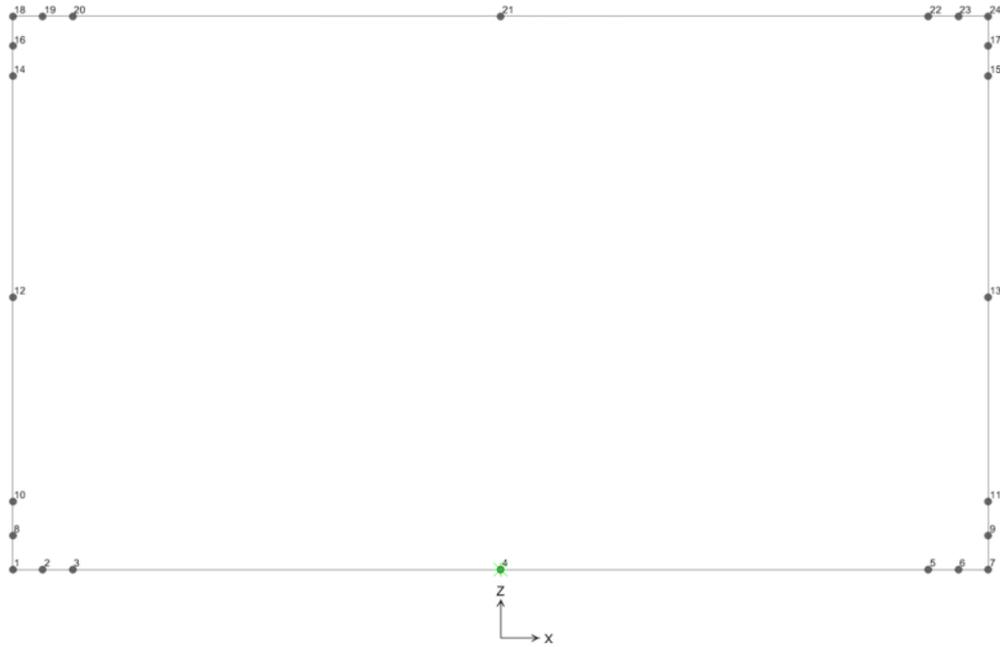


P [kPa]	K _s [kN/m ³]
25	4310
75	3600
125	3490
175	3490
225	3490

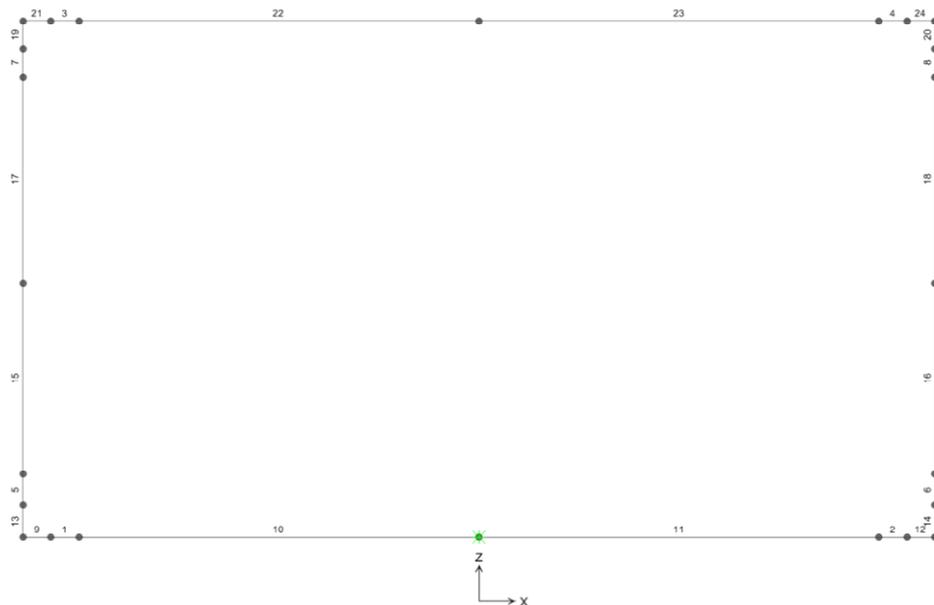
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 19 di 197

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle seguenti figure.

Numerazione dei nodi



Numerazione delle aste



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 20 di 197

8.4 ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Condizioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato: $\gamma_{ril} = 20 \text{ kN/m}^3$
- sovrastruttura ferroviaria: $\gamma_{ric} = 24 \text{ kN/m}^3$
- massicciata + armamento: $\gamma_{ballast} = 18 \text{ kN/m}^3$

8.4.1 Peso proprio strutture (g_1)

- soletta superiore $S_s \times \gamma_{c.a.} = 0,70 \times 25,00 = 17,50 \text{ kN/m}^2$
- piedritti $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0,70 \times 25,00 = 17,50 \text{ kN/m}^2$
- soletta inferiore $S_i \times \gamma_{c.a.} = 0,80 \times 25,00 = 20,00 \text{ kN/m}^2$

8.4.2 Carichi permanenti portati (g_{2-1} e g_{2-2})

Si considera che il ballast abbia uno spessore pari a 80 cm.

g2-1 (sovraccarico ad esclusione del ballast ed armamento):

- peso sub ballast $(H_s) \cdot \gamma_s = 0,12 \cdot 20,0 = 2,4 \text{ kN/m}^2$
 - peso super compattato $(H_c) \cdot \gamma_s = 0,30 \cdot 20,0 = 6,0 \text{ kN/m}^2$
 - peso rilevato $(H_r) \cdot \gamma_s = 1,83 \cdot 20,0 = 36,4 \text{ kN/m}^2$
 - peso massetto $(H_m) \cdot \gamma_s = 0,05 \cdot 24 = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Tot. = 45,80 kN/m²**

g2-2 (peso proprio del ballast):

- peso ballast + armamento $H_{ballast} \cdot \gamma_{ballast} = 0,80 \cdot 18,0 = 14,40 \text{ kN/m}^2$

8.4.3 Spinta del terreno (g_{3-1} , g_{3-2} , g_{3-3} , e g_{3-4})

Nella definizione delle azioni elementari è stata indicata con g_{3-1} la spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro, con g_{3-2} la spinta a riposo del terreno sul piedritto destro, con g_{3-3} la spinta attiva del terreno sul piedritto sinistro e con g_{3-4} la spinta attiva del terreno sul piedritto destro; le quattro azioni elementari sopra citate sono state opportunamente combinate tra loro. Come dichiarato sopra, la falda non interessa lo scatolare quindi non influenza il calcolo delle spinte.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 21 di 197

I calcoli sono stati condotti caratterizzando il terreno con i parametri illustrati in precedenza.

Si riportano nel seguito i coefficienti di spinta attiva e di spinta a riposo ottenuti nell'ambito della valutazione degli effetti del terreno circostante sulla struttura in oggetto:

$$\text{STR:} \quad \phi'_{M1} = 38^\circ \quad \Rightarrow k_0 = 0.384 \text{ e } k_a = 0.238$$

$$\text{GEO:} \quad \phi'_{M2} = 32^\circ \quad \Rightarrow k_0 = 0.470 \text{ e } k_a = 0.307$$

Il calcolo della pressione viene calcolata al variare della profondità z e considerando anche l'eventuale presenza della falda alla quota z₀.

La spinta verticale σ_v del terreno viene calcolata con l'espressione generale:

$$\sigma_v = \gamma_t \cdot z_0 + \gamma'_t \cdot (z - z_0) + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Analogamente si ricavano i valori delle spinte orizzontali per i diversi coefficienti di spinta, per ciascuna condizione di carico ed alle profondità di riferimento.

Approccio 1 – Combinazione 1

$$\sigma_{h0} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{0,M1} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{0,M1} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

$$\sigma_{ha} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{a,M1} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{a,M1} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$\sigma_{h0} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{0,M2} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{0,M2} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

$$\sigma_{ha} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{a,M2} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{a,M2} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Si riportano nella seguente tabella i valori delle pressioni orizzontali agenti sulla struttura, valutati sia per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) che per la Combinazione 2 (A2+M2+R2):

			str	str	geo	geo
	z	σ_v	σ_{h0}	σ_{ha}	$\sigma_{h0,M2}$	$\sigma_{ha,M2}$
posizione	[m]	[kN/m ²]				
asse di copertura	3,44	67,20	25,8	16,0	31,6	20,6
intradosso copertura	3,79	74,20	28,5	17,7	34,9	22,8
h/2	5,04	99,20	38,1	23,6	46,6	30,5
intradosso fondazione	6,29	124,20	47,7	29,5	58,4	38,2
asse fondazione	6,69	132,20	50,8	31,4	62,1	40,6

Tabella 1 – Valori delle pressioni orizzontali sui piedritti

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori delle pressioni orizzontali agenti sui piedritti negli scenari di spinta attiva e di spinta a riposo; le rispettive posizioni sono indicate in tabella.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 22 di 197

8.4.4 Idrostatica (g₂₋₅)

La quota della falda di progetto è assunta a quota +326 m s.l.m., non è quindi interferente con il manufatto in oggetto.

8.4.5 Ritiro (er)

Si considera il ritiro differenziale tra la soletta superiore e il resto della struttura, sulla quale a favore di sicurezza si considerano già scontate le deformazioni lente. La deformazione da ritiro viene valutata come previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/08) al § 11.2.10.6.

L'azione viene applicata come variazione termica negativa equivalente.

La deformazione totale da ritiro è pari a:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

dove:

$$\epsilon_{cd} = k_h \cdot \epsilon_{c0}$$

è la deformazione per ritiro da essiccamento

$$\epsilon_{ca} = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad \text{con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2 \quad \text{è la deformazione per ritiro autogeno}$$

umidità relativa media del sito	$u_R = 75 \%$
resistenza caratteristica	$f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$
area sezione calcestruzzo	$A_c = 4.48 \text{ m}^2$
perimetro esposto	$u = 12.80 \text{ m}$
dimensione fittizia	$h_0 = 0.70 \text{ m}$
coefficiente	$k_h = 0.70$
deformazione effettiva	$\epsilon_{c0} = -0.319 \text{ ‰}$
ritiro da essiccamento	$\epsilon_{cd,\infty} = -0.223 \text{ ‰} +$
deformazione per ritiro autogeno	$\epsilon_{ca,\infty} = -0.045 \text{ ‰} =$
ritiro totale	$\epsilon_{cs} = -0.268 \text{ ‰}$

variazione termica equivalente

coeff. espansione termica	$\alpha = 0.00001$ norma Tabella 3.5.III
variazione termica $\Delta T = \epsilon_{cs}/\alpha$	$\Delta T = -9.43 \text{ }^\circ\text{C}$
comportamento viscoso cls	$\phi = 1.84$ norma Tabella 11.2.VI
variazione termica applicata	$\Delta T = -9.43 \text{ }^\circ\text{C}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 23 di 197

8.4.6 Azioni variabili verticali (treni di carico – q_{11} , q_{12} , q_{13} e q_{21} , q_{22} , q_{23})

Si sono considerati i carichi stabiliti convenzionalmente dalla normativa specifica per il calcolo dei ponti ferroviari (§5.2.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008). I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico; in particolare, sono definiti tre treni di carico distinti:

- carico rappresentativo del traffico normale (Treno di carico LM71);
- carico rappresentativo del traffico pesante (Treno di carico SW);
- treno di carico scarico.

Tutti i valori dei carichi suddetti sono stati moltiplicati per un coefficiente di adattamento “ α ”, variabile in ragione della tipologia dell’infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

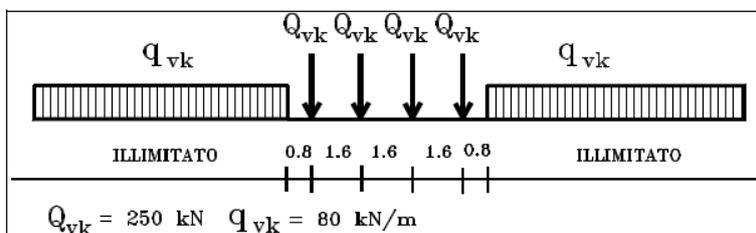
Modello di carico	Coefficiente “ α ”	
	Ponti cat. “A”	Ponti cat. “B”
LM71	1.1	0.83
SW/0	1.1	0.83
SW/2	1.0	0.83

Tabella 2 – Coefficiente di adattamento “ α ” in funzione del modello e della categoria del ponte (p.to 1.4.1.1 delle Istruzioni FF.SS. n° IG.ST/970012/F)

Per l’opera in oggetto si considera la colonna relativa ai ponti di categoria “A”.

Treno LM71

Come riportato al §5.2.2.3.1.1 delle norme tecniche, questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale come mostrato nella seguente figura:



Treno di carico LM71

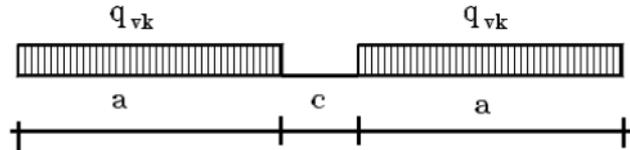
Carico Q_{vk} : quattro assi ad interasse di 1.60 m: 250 kN

Carico q_{vk} : carico distribuito: 80 kN/m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 24 di 197

Treno di carico SW

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. L'articolazione del carico è mostrata nella seguente illustrazione e, per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2 (l'SW/0 va considerato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71).



Nella seguente tabella si elencano le caratteristiche dei treni di carico SW/0 e SW/2:

Treno di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Tabella 3 – caratteristiche geometriche dei treni di carico

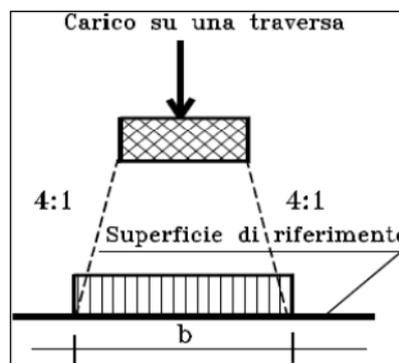
Nel calcolo si adotta SW/2 poiché più gravoso.

Treno scarico

Per alcune particolari verifiche è utilizzato un particolare treno di carico chiamato "Treno Scarico" rappresentato da un carico uniformemente distribuito pari a 10.0 kN/m.

Distribuzione longitudinale del carico per mezzo delle traverse e del ballast

In accordo con quanto indicato nella vigente normativa, la distribuzione longitudinale del carico assiale al di sotto delle traverse che è stata utilizzata nel calcolo è illustrata nel seguente schema, ove per superficie di riferimento è da intendersi la superficie di appoggio del ballast.



Distribuzione longitudinale del carico assiale sotto le traverse

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 25 di 197

Per quanto concerne la diffusione del carico nei materiali in questione, sono stati adottati i seguenti accorgimenti: nel rilevato il carico si diffonde secondo un angolo di 38° e per le solette potrà considerarsi una ripartizione a 45° dalla superficie di estradosso fino al piano medio delle stesse.

Considerazioni geometriche

Il carico variabile ferroviario va considerato diffuso su una superficie dipendente dalle geometrie del rilevato e della struttura; l'area in questione è pari a:

$$A_{diff} = B_L \cdot B_T$$

Si indica con B_T la larghezza di diffusione del carico trasversale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura e con B_L la lunghezza di diffusione del carico longitudinale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura. Assumendo che la diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ballast, con un angolo di 33° nel terreno di ricoprimento e con un angolo di 45° lungo le strutture in c.a., si ottiene, considerando la larghezza della

traversina

$L_{travers} = 2,40$ m:

$$B_T = L_{travers} + 2 * [H_{ballast}/4 + H_{ril} \cdot \tan(33^\circ) + Ss/2]$$

Partendo da sotto la traversina fino a giungere all'estradosso della soletta di copertura la stratigrafia è la seguente:

- 80 cm di ballast;
- 229 cm di terreno di riempimento;

Quindi si ha che:

$$[H_{ballast}/4 + H_{riem} \cdot \tan(33^\circ) + Ss/2] = 0,2 + 1,51 + 0,35 = 2,06 \text{ m}$$

Poiché le diffusioni del carico agente sui due binari non possono sovrapporsi il termine B_T viene valutato nel seguente modo:

$$B_T = 2,40 + 2 * (2,06) = 6,52 \text{ m}$$

La lunghezza di ripartizione longitudinale (B_L) risulta maggiore dell'interasse delle traverse; si considera quindi un'unica impronta di carico di lunghezza pari a:

$$B_L = 1,60 \times 4 = 6,40 \text{ m.}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 26 di 197

8.4.7 Azioni verticali causate da traffico ferroviario – treno di carico LM71 (q_{11})

In base alle considerazioni geometriche formulate in precedenza, le forze concentrate Q_{VK} possono essere considerate come un carico q_{equi} distribuito lungo B_L :

$$q_{equi} = 250 \cdot 4 / (6.40) = 156.25 \text{ kN/m}$$

distribuendo poi il carico così trovato sulla larghezza di diffusione del carico trasversale e tenendo in conto del coefficiente di adattamento e del coefficiente d'incremento dinamico, il carico distribuito considerato per le azioni di traffico ferroviario è pari a:

(carico raddoppiato, data l'interferenza dei due binari)

$$q_{11} = 2 * (1,1 * 1,35 * \frac{4 * 250 \text{ kN}}{6,52 \text{ m} * 6,4 \text{ m}}) = 71,17 \text{ kN/m}^2$$

8.4.8 Azioni verticali causate da traffico ferroviario – treno di carico SW/2 (q_{21})

In base alle considerazioni geometriche formulate in precedenza, il carico q_{VK} in questione si distribuisce sulla larghezza di diffusione del carico trasversale; il carico distribuito considerato per la valutazione delle azioni di traffico ferroviario è pari a:

$$q_{21} = 2 * (1,0 * 1,35 * \frac{150 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{6,52 \text{ m}}) = 62,50 \text{ kN/m}^2$$

8.4.9 Azioni orizzontali traffico ferroviario – treni di carico LM71 (q_{12}) e SW/2 (q_{22})

I sovraccarichi indotti sul terreno dal traffico ferroviario si traducono anche in incrementi di pressioni orizzontali sulle pareti verticali del tombino in ragione del coefficiente di spinta a riposo. In via conservativa tali incrementi di azioni orizzontali sono stati considerati come una distribuzione di carico uniforme agente su tutto lo sviluppo verticale delle suddette pareti. La pressione verticale di riferimento utilizzata è pari al sovraccarico di azioni verticali indotto dal traffico ferroviario valutato in precedenza per i due differenti treni di carico. In particolare, per i treni di carico in analisi, si ottengono le seguenti pressioni verticali e orizzontali:

	Treno - LM71		Treno - SW/2	
	σ_v [kN/m ²]	σ_{h0} [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	σ_{h0} [kN/m ²]
asse di copertura	44,89	17,25	43,09	16,56
intradosso copertura	41,99	16,14	40,31	15,49
h/2	34,11	13,11	32,74	12,58
intradosso fondazione	28,72	11,04	27,57	10,60
asse fondazione	27,34	10,51	26,24	10,09

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 27 di 197

8.4.10 Azioni da avviamento/frenatura – treni di carico LM71 (q₁₃) e SW/2 (q₂₃)

I sovraccarichi orizzontali causati dall'avviamento/frenatura sulla copertura del tombino ferroviario sono stati trattati come delle azioni distribuite orizzontali agenti in corrispondenza dell'asse medio della copertura stessa. Analogamente con quanto fatto per i carichi verticali, tali azioni sono state ripartite su una larghezza opportuna valutata secondo i criteri sopra esposti; in particolare per i treno di carico LM71 e SW/2 si ottiene un carico distribuito pari a:

larghezza scatolare $L_{scat} = 6,4$ m

larghezza modello $L_{mod} = 5,7$ m

lunghezza di calcolo $L_{calc} = 6,48$ m

Treno LM 71

avviamento	$F_h =$	33	kN/m
forza diffusa	$f_h =$	6,29	kN/m

Treno SW/2

frenatura	$F_h =$	35	kN/m
forza diffusa	$f_h =$	6,67	kN/m

8.4.11 Serpeggio (q₁₄ – q₂₄)

Il serpeggio è considerato come un carico uniformemente distribuito sulla soletta superiore, proiettato in direzione trasversale al sottopasso:

$$q_{serp} = \alpha \cdot Q_{sk} \cdot \text{sen}(t) / L_{scat}$$

Come già dichiarato, la struttura viene calcolata come fosse in retto rispetto all'asse ferroviario. Essendo la sezione di calcolo ortogonale all'asse del sottopasso, la forza relativa al serpeggio, perpendicolare al binario, risulta ortogonale al piano del telaio di calcolo: essa non dà perciò effetti nel modello e non viene quindi quantificata.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 28 di 197

8.5 CARICHI SISMICI (S₁-S₂-S₃-S₄)

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "C", la categoria topografica è "T1". Essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m , assume valore unitario.

L'azione sismica viene valutata come:

- incremento di spinta laterale agente asimmetricamente (s1)
- inerzia del terreno in testa allo scatolare (s2) - assente
- inerzia della struttura (s3)
- inerzia del sovraccarico ferroviario (s4)

In tutti i casi viene considerata trascurabile la componente verticale del sisma. Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NTC § 7.11.6.2.1 e EC8-5 § 7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h^2$$

Si precisa che S, prodotto tra S_S e S_T, è pari a:

$$S = S_S \cdot S_T = 1.18 \cdot 1.0 = 1.18$$

componente orizzontale

accelerazione massima del sito: $a_{max} = S \cdot a_g = 1.18 \cdot 0.380 \text{ g}$

coefficiente di riduzione $\beta_m = 1.0$

coefficiente sismico orizzontale $k_h = 0.448 \text{ g}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 29 di 197

8.5.1 incremento sismico spinta delle terre (s1)

altezza del rilevato sismicamente attivo	$H_{\text{sism}} = 4,00 \text{ m}$
peso specifico equivalente del rilevato	$\gamma_{\text{rilevato}} = 18,59 \text{ kN/m}^3$
incremento sismico $k_h \cdot \gamma_{\text{rilevato}} \cdot H^2 =$	$F_{\text{sism}} = 133,37 \text{ kN/m}$
pressione sullo scatolare $F_{\text{sism}}/H_{\text{scat}} =$	$p_{\text{sism}} = \mathbf{33.34 \text{ kN/m}^2}$
risultante applicata soletta superiore	$F_{\text{sism,sup}} = \mathbf{23.34 \text{ kN/m}}$
risultante applicata soletta inferiore	$F_{\text{sism,inf}} = \mathbf{26.67 \text{ kN/m}}$

8.5.2 inerzia carichi permanenti (s2)

peso totale permanenti sopra scatolare	$P_{\text{tot,perm}} = 395,52 \text{ kN/m}$
inerzia carichi permanenti	$I_{\text{tot,perm}} = 177,35 \text{ kN/m}$
carico distribuito	$f_{i,\text{perm}} = \mathbf{31,11 \text{ kN/m}^2}$

8.5.3 inerzia struttura (s3)

peso proprio soletta superiore	$\gamma_{1,\text{sup}} = 17,50 \text{ kN/m}^2$
peso proprio piedritti	$\gamma_{1,\text{piedritti}} = 17,50 \text{ kN/m}^2$
peso proprio soletta inferiore	$\gamma_{1,\text{inf}} = 20,00 \text{ kN/m}^2$
inerzia soletta superiore	$\gamma_{1,\text{sup}} \cdot S \cdot a_g = f_{i,\text{pp, sup}} = \mathbf{7.85 \text{ kN/m}^2}$
inerzia piedritti	$\gamma_{1,\text{piedritti}} \cdot S \cdot a_g = f_{i,\text{pp, piedritti}} = \mathbf{7.85 \text{ kN/m}^2}$
inerzia soletta inferiore	$\gamma_{1,\text{inf}} \cdot S \cdot a_g = f_{i,\text{pp, inf}} = \mathbf{8.97 \text{ kN/m}^2}$
azioni nei nodi	$F_{i,\text{sup}} = \mathbf{5.49 \text{ kN/m}}$
azioni nei nodi	$F_{i,\text{inf}} = \mathbf{6.28 \text{ kN/m}}$

8.5.4 inerzia sovraccarico (s4)

risultante LM71	$R_{\text{LM71}} = 154,32 \text{ kN/m}$
carico treno concomitante	$\psi_2 \cdot R_{\text{max}} = W = 30,86 \text{ kN/m}$
inerzia treno concomitante	$W \cdot S \cdot a_g = I_s = 13,84 \text{ kN/m}$
carico distribuito	$I_s/L_{\text{scat}} = f_{i,\text{treno}} = \mathbf{2.43 \text{ kN/m}^2}$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 30 di 197

8.6 RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI

Nella seguente tabella vengono riepilogati i valori delle sollecitazioni per i singoli casi di carico, determinati come sopra riportato.

g_1	Peso proprio strutture	Piedritto 17.5 Soletta sup. 17.5 Soletta inf. 20.0	kN/m²
g_{2-1}	Peso sovrastruttura	45,80	kN/m²
g_{2-2}	Ballast	14,40	kN/m²
g_{3-1}	Spinta a riposo lato sinistro	var	kN/m²
g_{3-2}	Spinta a riposo lato destro	var	kN/m²
g_{3-3}	Spinta attiva lato sinistro	var	kN/m²
g_{3-4}	Spinta attiva lato destro	var	kN/m²
g_{2-5}	Idrostatica	var	kN/m²
er	Ritiro	-9,43	°C
q_{11}	q_{LM71}	71,17	kN/m²
q_{21}	$q_{SW/2}$	62,50	kN/m²
q_{12}	q_{LM71}	var	kN/m²
q_{22}	$q_{SW/2}$	var	kN/m²
q_{13}	q_{LM71}	6,29	kN/m
q_{23}	$q_{SW/2}$	6,67	kN/m
s_1	$\Delta p_{d,terr}$	33,34	kN/m²
s_2	$\Delta p_{d,perm}$	31,11	kN/m²
s_3	$\Delta p_{d,STRU}$	Piedritto 7.85 Soletta sup. 7.85 Soletta inf. 8.97	kN/m²
s_4	$\Delta p_{LM71,h}$	2,43	kN/m²

Con “var” si è indicato un carico variabile lungo l'altezza del piedritto, per i dettagli si rimanda ai paragrafi precedenti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 31 di 197

8.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle N.T.C.

Le combinazioni sono state effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.2.IV, con i coefficienti parziali di sicurezza ferroviari indicati in tabella 5.2.V e i coefficienti di combinazione dei carichi ferroviari della tabella 5.2.VI, tabelle tutte riportate nel capitolo 5.2.3. delle N.T.C.

8.7.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interraste si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e dal raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti solo in riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale (STR) corrispondente al raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR-SLU} \quad \Rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{STR-SLV} \quad \Rightarrow \quad E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow \quad (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Le verifiche allo stato limite ultimo sismico § 7.11.1(NTC) devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

L'azione sismica è calcolata come combinazione delle componenti orizzontali con quella verticale come $E = 1.0 \times E_x + 0.3 \times E_y + 0.3 \times E_z$ con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 5.2.VI della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere ferroviarie, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 32 di 197

8.7.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara	⇒	$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$
Frequente	⇒	$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$
Quasi permanente	⇒	$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 33 di 197

8.8 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

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 Tab. 5.2.IV (NTC).

	Azioni verticali	Frenatura e avviamento	
Gruppo 1	1	0.50	Rara e frequente
Gruppo 3	1(0,5)	1.00	Rara e frequente
Gruppo 4	0.80	0.80	Fessurazione

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.V e i coefficienti di combinazione Ψ in Tab. 5.2.VI (NTC).

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.VI (NTC).

8.8.1 Condizioni di carico

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Tipo	Carico
1	Ggk	Peso proprio della struttura
2	Gk	Peso rilevato
3	Gk	Peso ballast
4	Gk	Spinta terre da sinistra
5	Gk	Spinta terre da destra
6	Qk	Carico termico positivo uniforme
7	Qk	Carico termico negativo uniforme
8	Qk	Carico termico variabile +/-
9	Qk	Carico termico variabile -/+
10	Qk	Carico LM71 centrale
11	Qk	Carico LM71 su piedritto DX
12	Qk	Carico LM71 su piedritto SX
13	Qk	Carico SW/2
14	Qk	Avviamento LM71
15	Qk	Frenatura SW/2
16	Qk	Spinta LM71 su piedritto sx
17	Qk	Spinta SW/2 su piedritto sx
18	Qk	Incremento dinamico terreno

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 34 di 197

Load	Tipo	Carico
19	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da permanenti
20	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da LM71
21	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da SW/2
22	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da permanenti
23	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da permanenti
24	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da LM71
25	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da LM71
26	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da SW/2
27	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da SW/2

I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle seguenti tabelle di combinazione indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la condizione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.

8.8.2 Combinazioni SLU di tipo STR

n° CC	P.P.	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0	0
3SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
4SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
5SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
6SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
7SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
8SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
9SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
10SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0	0
11SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
12SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
13SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
14SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
15SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
16SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
17SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
18SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0	0
19SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
20SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari							
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	35 di 197		

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
21SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	1,45	0
22SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
23SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
24SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
25SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
26SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0
27SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0,58
28SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0	1,45
29SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,16	0	0	1,45
30SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0
31SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0
32SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0,58	1,45
33SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,16	0	1,16	1,45
34SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
35SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
36SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
37SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
38SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
39SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
40SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
41SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0,58	1,45	0
42SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
43SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
44SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
45SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
46SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
47SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
48SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
49SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0,58	1,45	0
50SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
51SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
52SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0,58	0
53SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0	1,45	0
54SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	0	1,45	0
55SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
56SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
57SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	1,45	0
58SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	1,45	0
59SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0
60SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0,58
61SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0	1,45
62SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	0	1,45
63SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0
64SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0,58
65SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0,58	1,45
66SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	1,16	1,45
67SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
68SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 36 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
69SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
70SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
71SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
72SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0
73SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58
74SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45
75SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45
76SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
77SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0,58
78SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	0	1,45
79SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	0	1,45
80SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0
81SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58
82SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45
83SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45
84SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
85SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
86SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
87SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
88SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
89SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
90SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
91SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
92SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
93SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
94SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
95SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
96SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
97SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
98SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
99SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
100SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
101SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
102SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0,58
103SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0	0	1,45
104SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	0	0	0	1,45
105SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0
106SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58
107SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45
108SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45
109SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
110SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0,58
111SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0	0	1,45
112SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	0	0	0	1,45
113SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0
114SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58
115SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45
116SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 37 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
117SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0	
118SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
119SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
120SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
121SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
122SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
123SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
124SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
125SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0	0
126SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
127SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
128SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
129SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
130SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
131SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
132SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
133SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
134SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0	0
135SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
136SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
137SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
138SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
139SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
140SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
141SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
142SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
143SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
144SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
145SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
146SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
147SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
148SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
149SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
150SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
151SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
152SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
153SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
154SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
155SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
156SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
157SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
158SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
159SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
160SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
161SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
162SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
163SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
164SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari							
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	38 di 197		

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
165SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
166SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
167SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0
168SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0,58	0
169SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0	1,45	0
170SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	0	1,45	0
171SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	1,45	0	0	0
172SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
173SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
174SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
175SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0
176SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0,58	0
177SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	1,45	0
178SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	1,45	0
179SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	1,45	0	0	0
180SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
181SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
182SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
183SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0
184SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0,58	0
185SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	1,45	0
186SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	1,45	0
187SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	1,45	0	0	0
188SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	1,45	0	0,58	0
189SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0,58	0	1,45	0
190SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	1,16	0	1,45	0
191SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0
192SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0,58
193SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	1,45
194SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	1,45
195SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	1,45	0	0
196SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	1,45	0	0,58
197SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0,58	0	1,45
198SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	1,16	0	1,45
199SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
200SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0
201SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0,58	0
202SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0	1,45	0
203SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	0	1,45	0
204SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	1,45	0	0	0
205SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
206SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
207SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
208SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0
209SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0,58	0
210SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0	1,45	0
211SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	0	1,45	0
212SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	1,45	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 39 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
213SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
214SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
215SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
216SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
217SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
218SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
219SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
220SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
221SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
222SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
223SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
224SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
225SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
226SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
227SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
228SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
229SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
230SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
231SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
232SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	0	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
233SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0	0
234SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
235SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
236SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
237SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
238SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
239SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
240SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
241SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
242SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
243SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
244SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
245SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
246SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
247SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
248SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
249SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
250SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
251SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
252SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
253SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
254SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
255SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
256SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
257SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
258SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
259SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
260SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari							

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
261SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
262SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
263SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
264SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45

8.8.3 Combinazioni SLV

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizz da massa LM71	Sisma orizz da massa SW2	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso	Sisma verso alto da LM71	Sisma verso basso da LM71	Sisma verso alto da SW2	Sisma verso basso da SW2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
2SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
3SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
4SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
5SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0
6SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
7SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
8SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
9SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
10SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0
11SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0	0	0	0
12SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
13SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
14SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
15SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
16SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
17SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
18SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
19SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
20SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1
21SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
22SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
23SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
24SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
25SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 41 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizz da massa LM71	Sisma orizz da massa SW2	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso	Sisma verso alto da LM71	Sisma verso basso da LM71	Sisma verso alto da SW2	Sisma verso basso da SW2
26SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
27SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
28SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
29SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
30SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0,3	0	1	0	0	0	1	0
31SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0
32SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
33SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
34SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
35SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
36SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
37SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
38SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
39SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
40SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1
41SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
42SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
43SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
44SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
45SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0
46SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
47SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
48SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
49SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
50SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0
51SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0	0	0	0
52SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
53SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
54SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
55SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
56SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
57SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
58SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
59SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
60SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1
61SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
62SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
63SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
64SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
65SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0
66SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
67SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
68SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
69SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 42 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unific	T- unific	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizz da massa LM71	Sisma orizz da massa SW2	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso	Sisma verso alto da LM71	Sisma verso basso da LM71	Sisma verso alto da SW2	Sisma verso basso da SW2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
70SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0
71SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0	0	0	0
72SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
73SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
74SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
75SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
76SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
77SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
78SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
79SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
80SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 43 di 197

8.8.4 Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Frequente – Caratteristica

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
QP1		1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0							
QP2		1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0							
QP3		1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5							
QP4		1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5							
Freq1		1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq2	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq3	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq4	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq5	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq6	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq7	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq8	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq9	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq10	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq11	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq12	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq13	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq14	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq15	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq16	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq17	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq18	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0,4	0
Freq19	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq20	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq21	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq22	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0,8	0
Freq23	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0,8	0
Freq24	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq25	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq26	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0,4
Freq27	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0
Freq28	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0,4
Freq29	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq30	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0	0,8
Freq31	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0,8
Freq32	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0,8
Freq33	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq34		1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq35	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq36	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq37	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq38	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq39	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq40	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 44 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Freq41	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq42	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,4	0	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq43	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq44	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq45	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq46	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq47	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq48	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq49	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq50	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq51	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq52	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq53	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq54	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq55	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq56	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq57	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq58	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq59	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq60	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq61	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq62	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq63	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq64	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq65	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq66	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq67		1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq68	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,4	0
Freq69	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Freq70	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq71	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0	0
Freq72	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq73	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq74	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq75	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,4	0	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq76	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq77	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq78	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq79	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq80	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq81	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq82	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq83	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq84	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq85	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq86	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq87	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq88	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 45 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Freq89	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq90	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq91	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq92	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq93	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq94	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq95	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq96	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq97	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq98	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq99	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq100	1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq101	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,4	0
Freq102	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Freq103	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq104	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0	0
Freq105	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq106	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq107	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq108	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,4	0	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq109	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq110	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq111	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq112	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq113	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq114	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq115	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq116	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq117	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq118	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq119	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq120	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq121	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq122	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq123	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq124	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq125	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq126	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq127	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq128	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq129	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq130	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq131	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq132	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Car1	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car2	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Car3	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car4	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 46 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Car5	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car6	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Car7	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car8	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Car9	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car10	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Car11	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Car12	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car13	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car14	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Car15	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Car16	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car17	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car18	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Car19	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car20	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Car21	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car22	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Car23	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car24	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Car25	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car26	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Car27	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Car28	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car29	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car30	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Car31	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Car32	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car33	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car34	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Car35	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car36	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Car37	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car38	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Car39	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car40	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Car41	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car42	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Car43	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Car44	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car45	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car46	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Car47	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Car48	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car49	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car50	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Car51	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car52	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 47 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Car53	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car54	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Car55	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car56	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Car57	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car58	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Car59	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Car60	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car61	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car62	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Car63	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Car64	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car65		1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Car66		1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Car67	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car68	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0	0
Car69	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car70	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0	0
Car71	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car72	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0	0
Car73	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car74	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0	0
Car75	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car76	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	1	0
Car77	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	1	0	1	0
Car78	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car79	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car80	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	0	0	1	0
Car81	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	1	0	1	0
Car82	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car83	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car84	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0
Car85	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car86	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0	0
Car87	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car88	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0
Car89	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car90	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0	0
Car91	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car92	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	1	0
Car93	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	1	0
Car94	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car95	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car96	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	1	0
Car97	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	1	0	1	0
Car98	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car99	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car100	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 48 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Car101	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car102	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0	0
Car103	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car104	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0
Car105	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car106	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0	0
Car107	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car108	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	1	0
Car109	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	1	0	1	0
Car110	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car111	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car112	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	1	0
Car113	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	1	0	1	0
Car114	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car115	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car116	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0
Car117	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car118	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0
Car119	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car120	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0
Car121	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car122	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0
Car123	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car124	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1
Car125	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1
Car126	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car127	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car128	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1
Car129	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1
Car130	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car131		1	1	1	1	1	1	0	0	1	0			0	0	0	0	0
Car132		1	1	1	1	1	0	1	0	1	0			0	0	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 49 di 197

8.8.5 Diagrammi relativi alle combinazioni elementari

G1: peso proprio

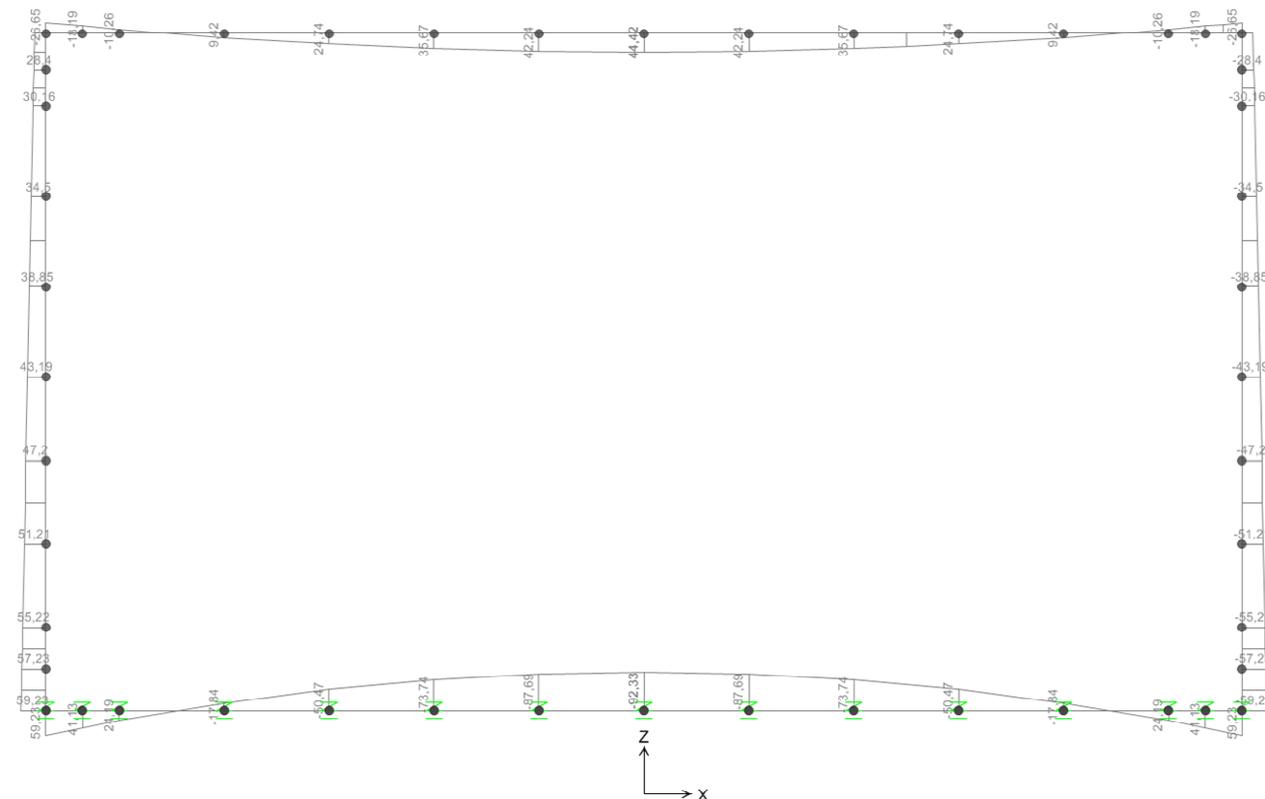
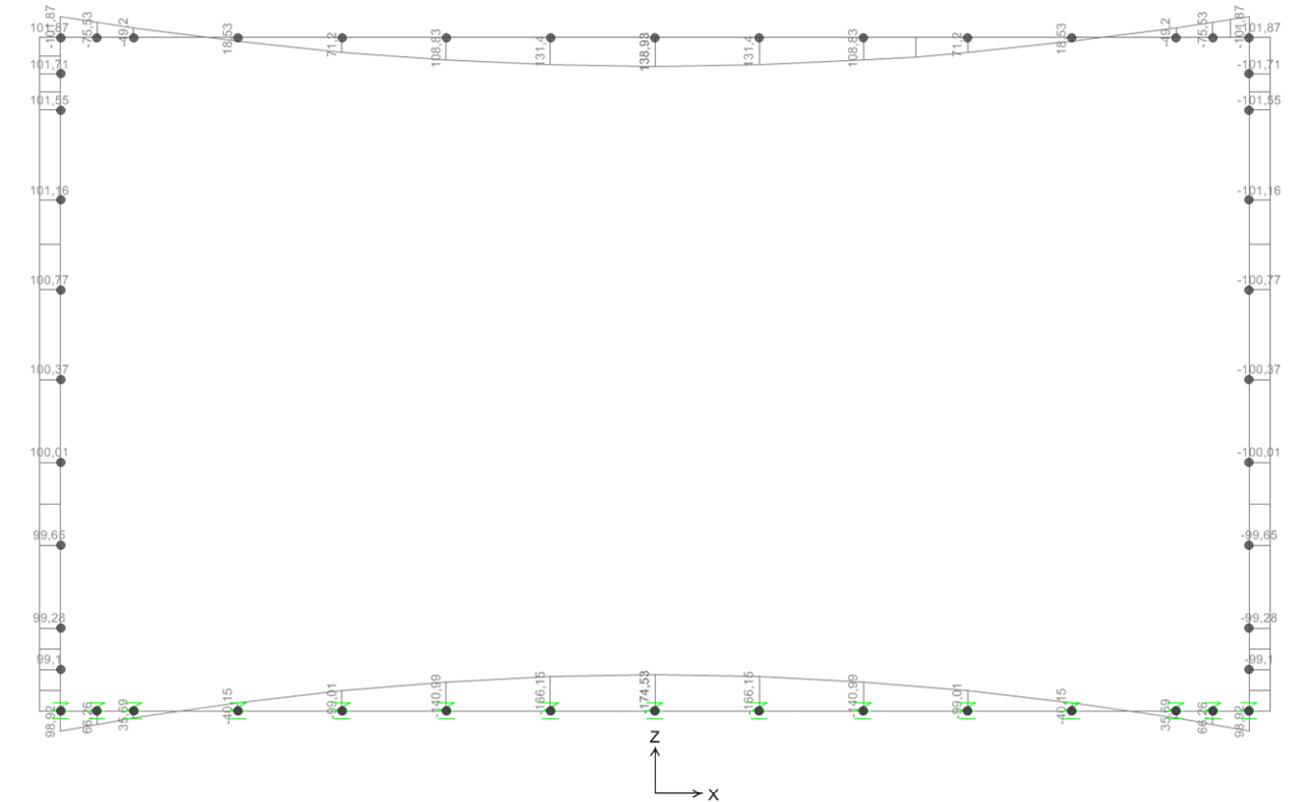


Figura 4 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 50 di 197

G2: permanenti portati



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 51 di 197

G3: Spinta delle terre

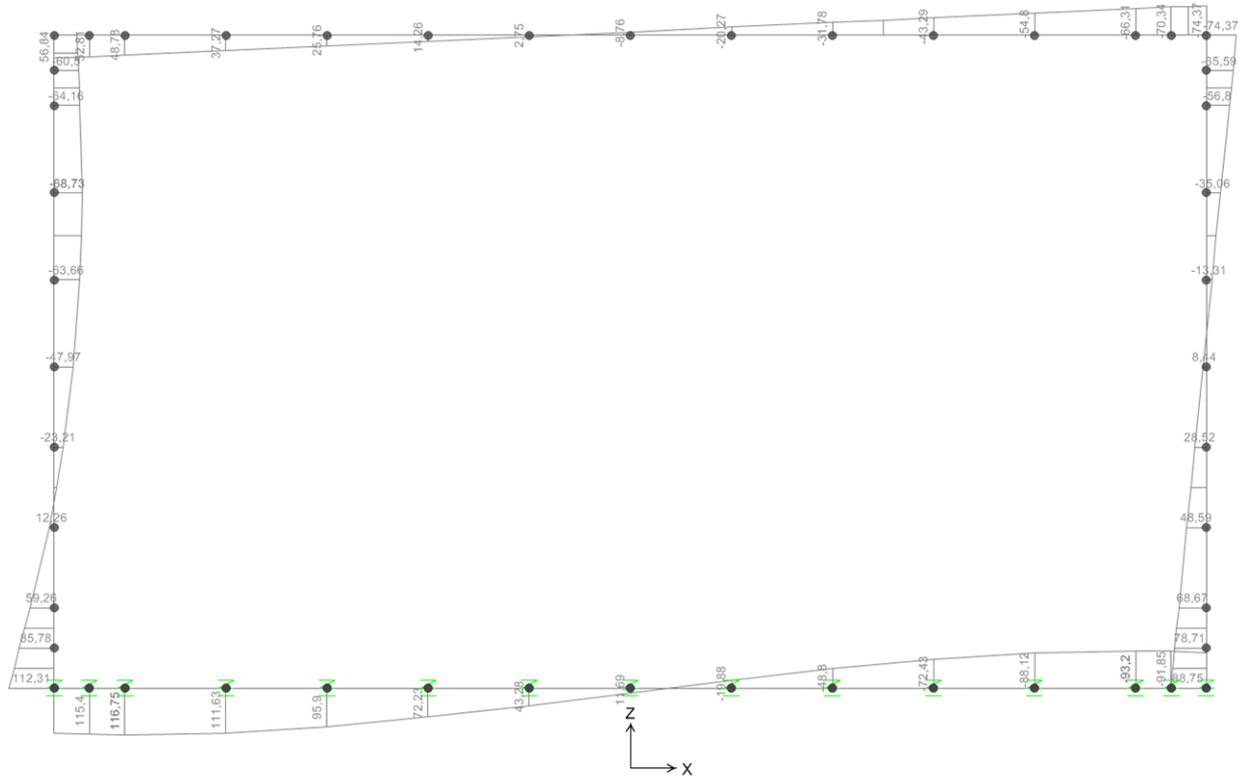


Figura 6 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 52 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

q: Variabili da traffico

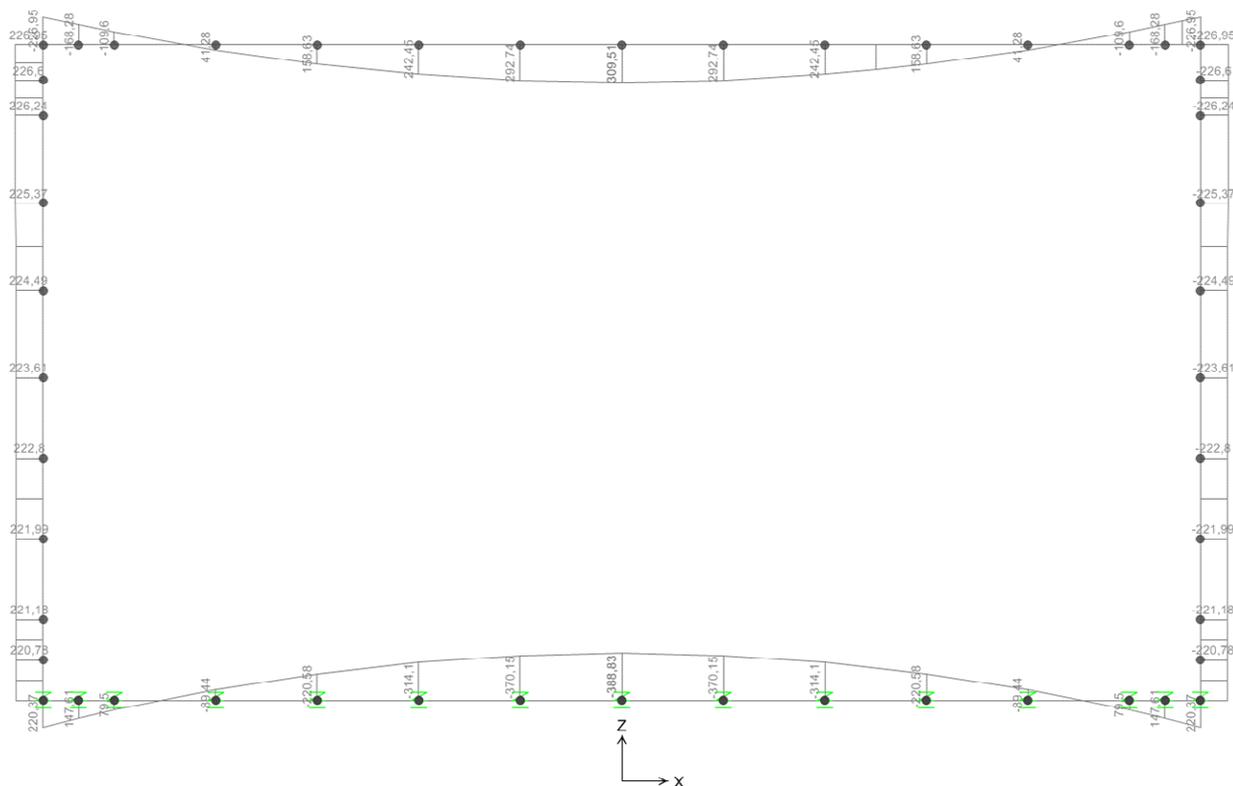


Figura 7 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 53 di 197

E: Sisma

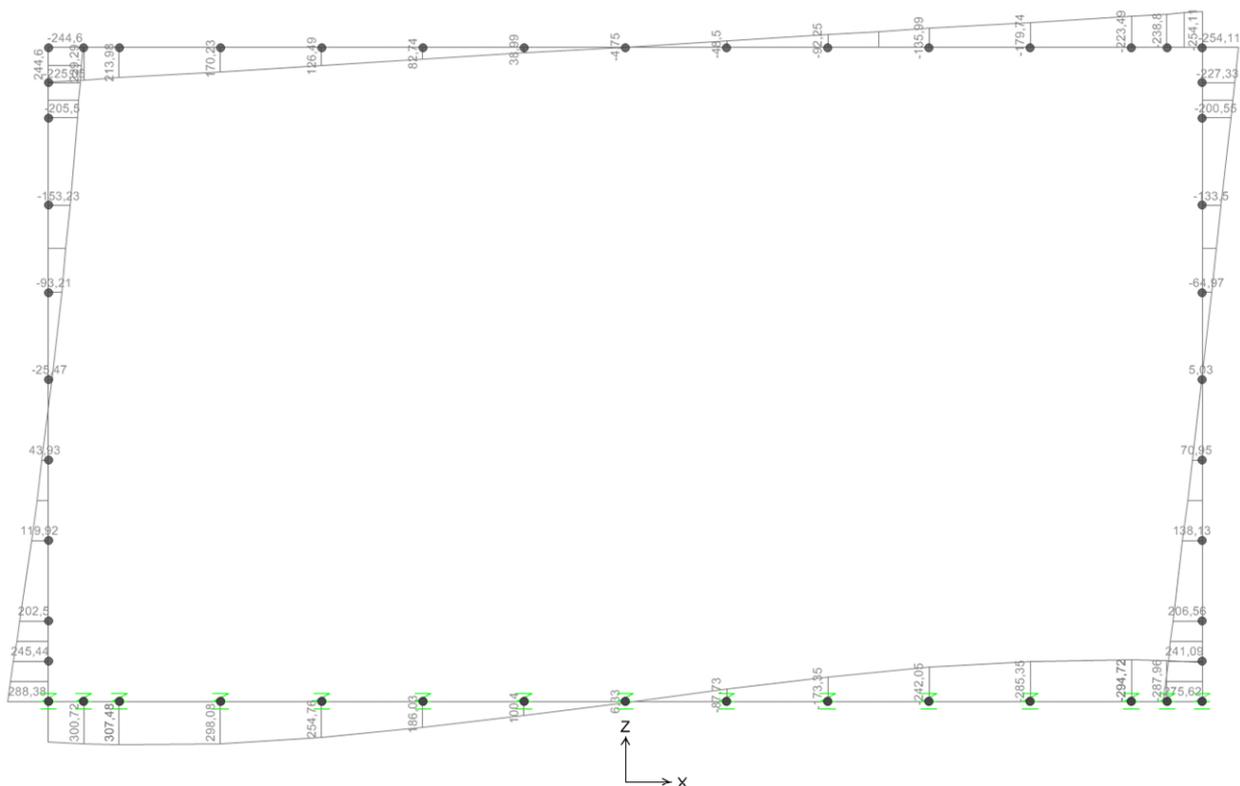


Figura 8 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 54 di 197

8.8.6 Diagrammi di involuppo SLU/SLV

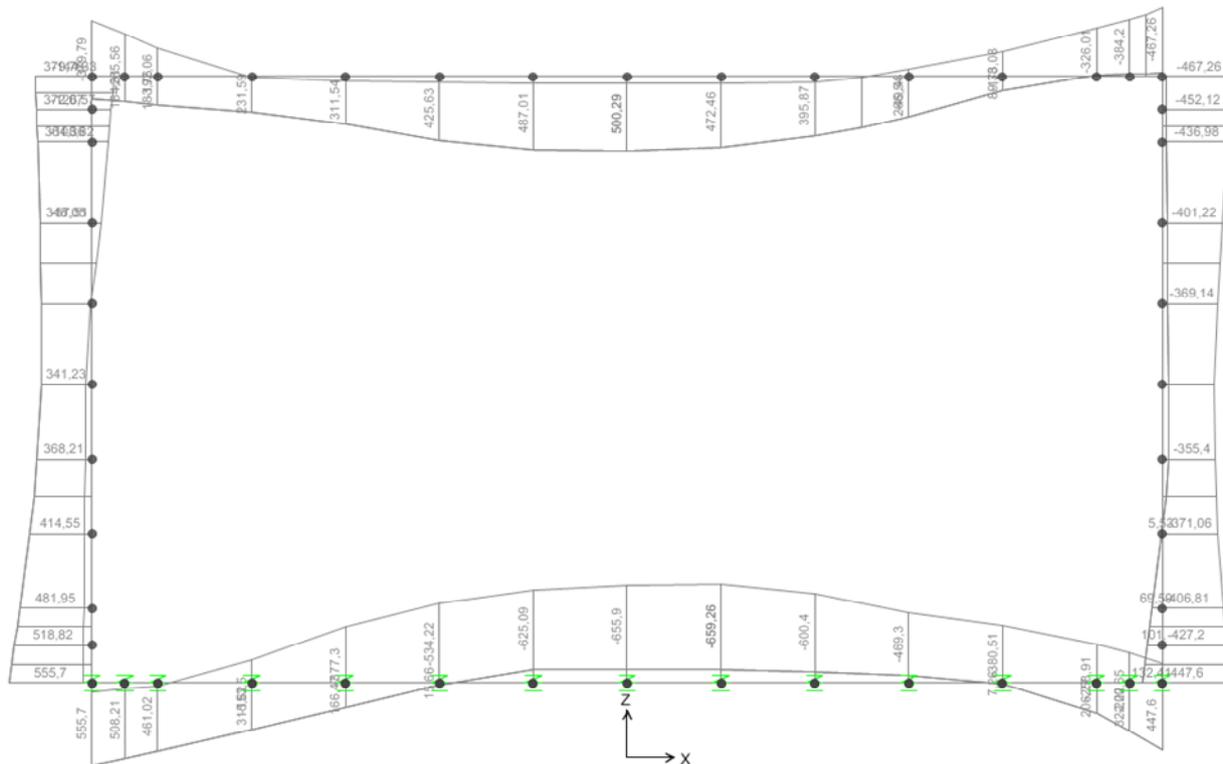


Figura 9 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 55 di 197

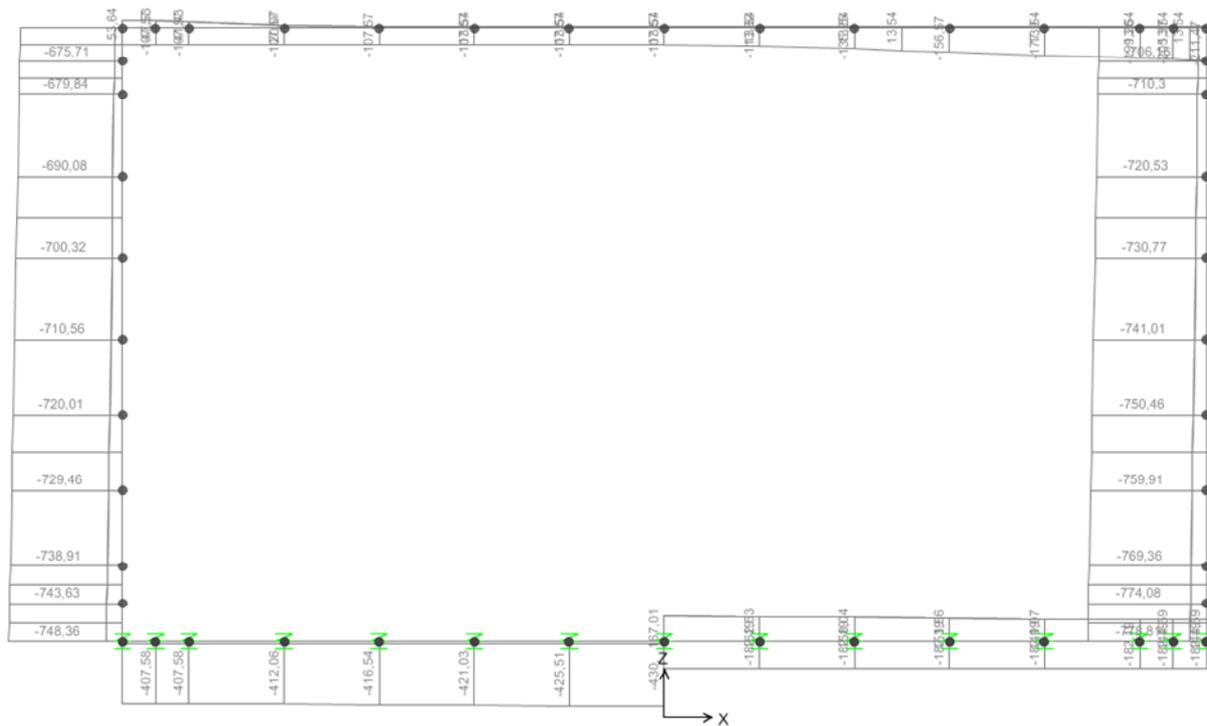


Figura 10 Diagramma Sforzo normale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 56 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

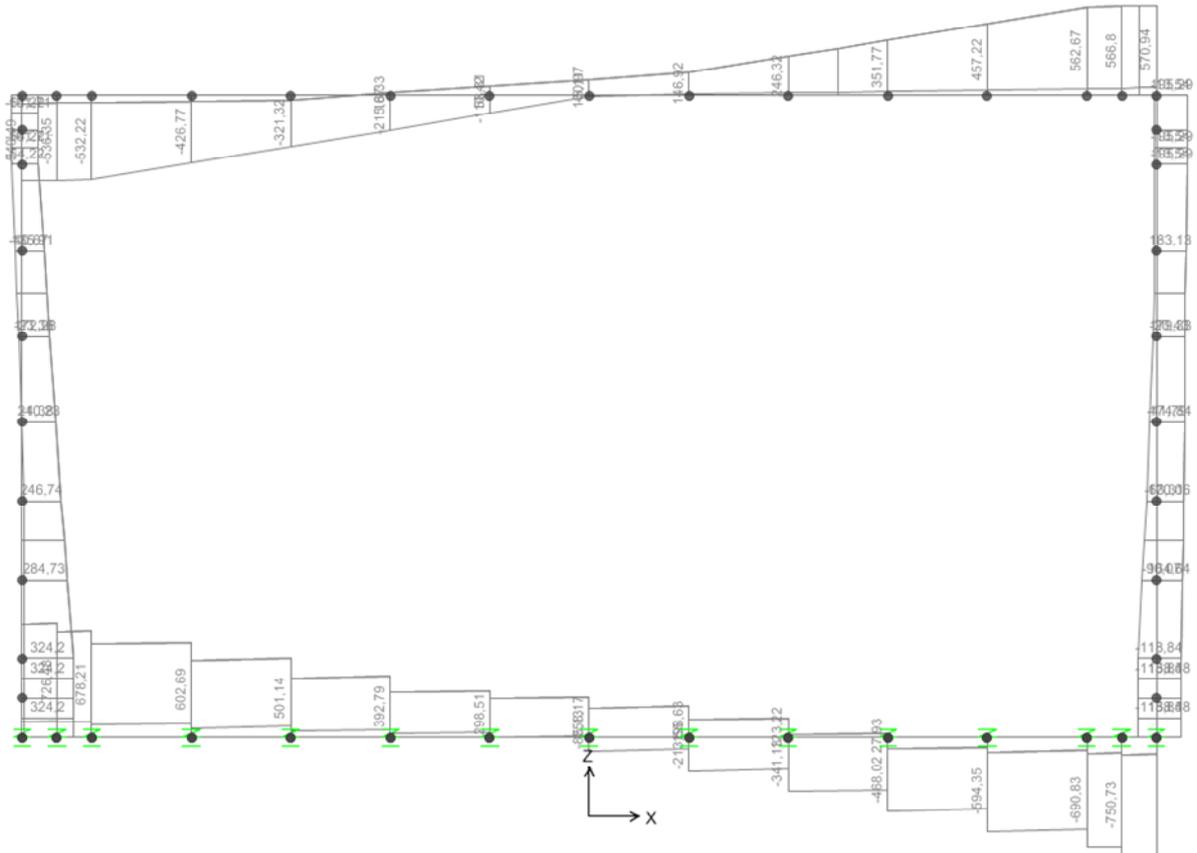


Figura 11 Diagramma taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 57 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

8.8.7 Diagrammi di involuppo SLE

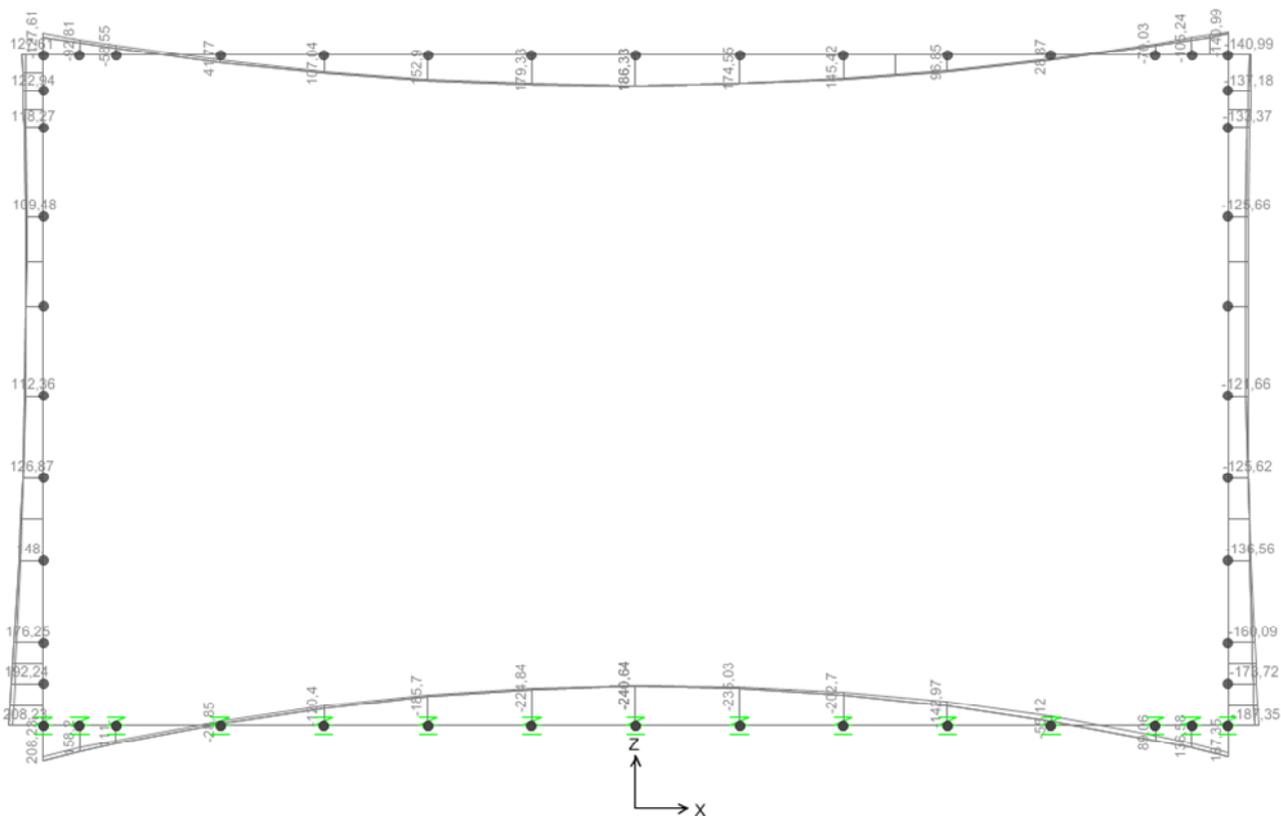


Figura 12 Diagramma momento flettente combinazione Quasi Permanente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 58 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

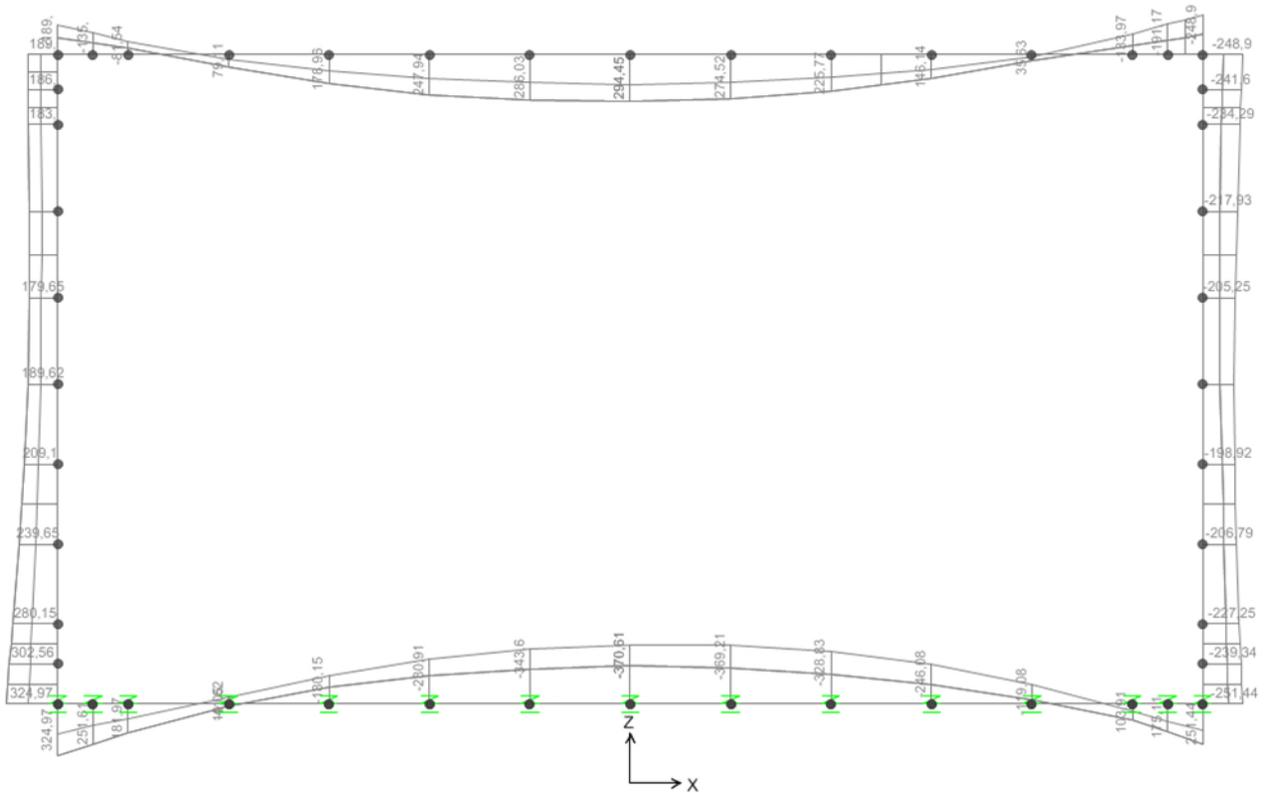


Figura 13 Diagramma momento flettente combinazione Frequente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 59 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

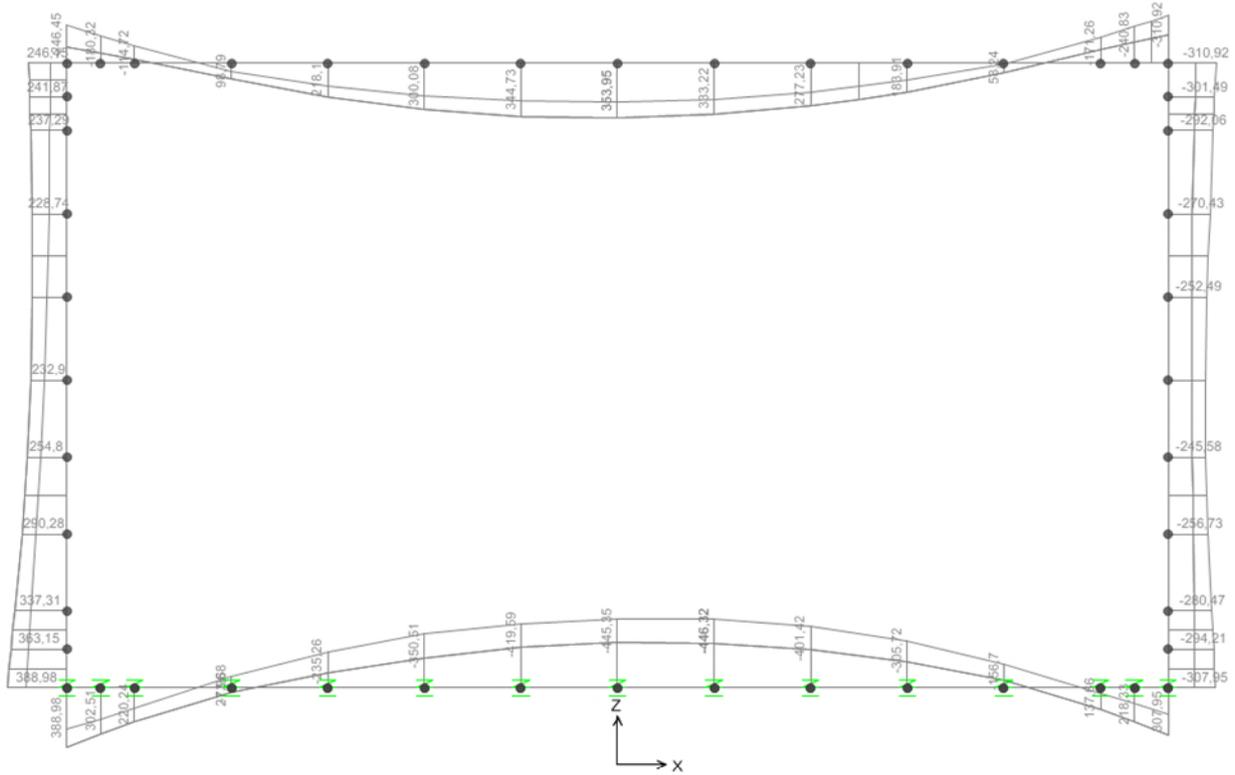
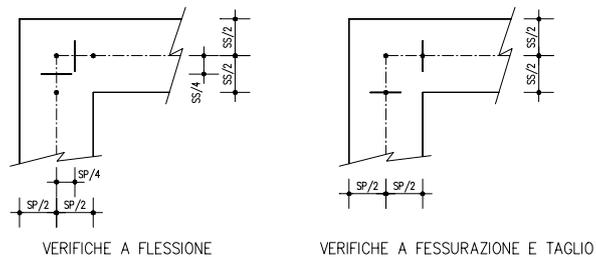


Figura 14 Diagramma momento flettente combinazione Caratteristica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 60 di 197

8.9 VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Nel presente capitolo si conducono le verifiche strutturali in corrispondenza delle sezioni più sollecitate. Con riferimento alle sezioni di incastro, i valori di sollecitazione flettente e tagliante – utilizzati per le verifiche – sono stati valutati come illustrato nel seguente schema:



Nello specifico l'azione flettente viene ricavata dal modello numerico in corrispondenza della sezione posta a un quarto dello spessore dall'asse dell'elemento finito, l'azione tagliante viene invece valutata in corrispondenza della sezione posta a un mezzo dello spessore dall'asse dell'elemento finito. In via conservativa si trascura l'azione assiale negli elementi orizzontali (soletta di copertura e soletta di fondazione).

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in calcestruzzo inclinato di 30° e staffe verticali, mentre le verifiche in esercizio sono state condotte secondo i criteri seguenti:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta $M_{cr} < M_{Ed}$ la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR, QP e RARA della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili per le strutture in ambiente aggressivo sono:

Le massime aperture ammissibili per le strutture sono:

Ambiente ordinario

- combinazione di carico Frequente: $w_k \leq w_3 = 0.30\text{mm}$
- combinazione di carico Quasi Permanente: $w_k \leq w_2 = 0.20\text{mm}$.

Ambiente aggressivo e molto aggressivo

- combinazione di carico Rara: $w_k \leq w_1 = 0.20\text{mm}$ (per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture)

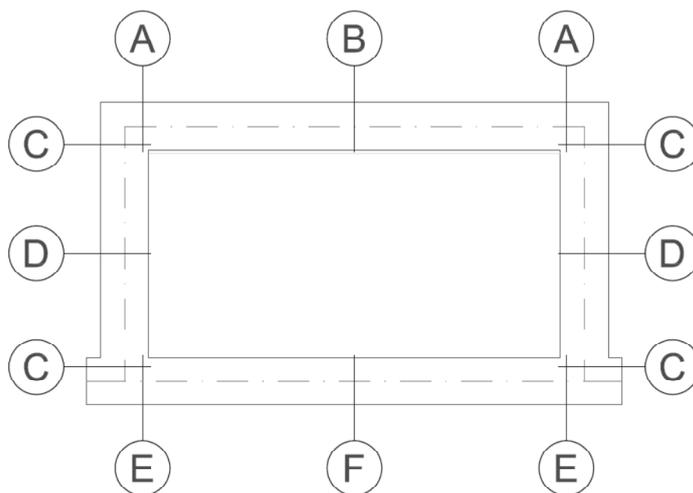
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 61 di 197

Verifica delle tensioni di esercizio: per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, si verifica che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

- per la combinazione di azioni Quasi Permanente si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck}$;
- per la combinazione di azioni Rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0,80 \cdot f_{yk}$.

Per condurre le verifiche strutturali sono stati eseguiti gli involuppi delle azioni interne per tutte le tipologie di combinazioni di carico in precedenza definite; sono state in seguito individuate sei tipologie di sezioni in corrispondenza delle quali sono state valutate le azioni sollecitanti.

Le sei sezioni di cui sopra sono illustrate nel seguente schema:



Con "A" si indica la sezione di incastro e con "B" si indica la sezione in cui si verifica il massimo momento che tende le fibre inferiori della soletta di copertura. Con "C" si indica la sezione di incastro del piedritto, mentre con "D" la sezione di mezzeria. Per quanto riguarda la soletta di fondazione, con "E" si individua la sezione di incastro mentre con "F" si indica la sezione di massimo momento flettente con fibre tese superiori. Nella seguente tabella si riportano i valori numerici delle azioni maggiormente sollecitanti:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 62 di 197

sez.	SLU			SLE - RARA		SLE - FREQUENTE		SLE - QUASI PERMANENTE	
	M [kNm/m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]
A	-384,20	-205	562	-240	-	-191,16	-	-105,23	-
B	500	-	100	353	-	293	-	186	-
C	-519	-738	324,2	-363	-525	-302,55	-437	-192,25	-296
D	-341,25	-710,55	210,23	-232,9	-500,55	-189,65	-413,20	-112,36	-271,39
E	-508	-	-678,20	-220,24	-	-182	-	-111	-
F	656	-	258	446	-	371	-	241	-

Poiché derivanti da un inviluppo, le azioni più gravose (utilizzate nelle verifiche) sono state scelte secondo i criteri seguenti: per quanto concerne le azioni flettenti e le azioni taglianti sono stati scelti i massimi valori assoluti (riportati tuttavia con segno nella tabella soprastante), per le azioni assiali, invece, sono stati selezionati i minimi valori assoluti.

Le convenzioni di segno adottate sono le seguenti: l'azione flettente è negativa se tende le fibre esterne del tombino, l'azione tagliante è riportata in valore assoluto, l'azione assiale è negativa se di compressione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 63 di 197

8.9.1 Soletta superiore

Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	70.0

Sezione di mezzera:

Armatura estradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.75 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6+ \emptyset /2 =	7.60 cm

Armatura intradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6+ \emptyset /2 =	7.80 cm
Armatura intradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 24/40" =	11.31 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	6.6+ \emptyset /2 =	7.80 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------

Armatura agli appoggi:

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6+ \emptyset /2 =	7.80 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6+ \emptyset /2 =	7.80 cm
Armatura estradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6+ \emptyset /2 =	8.60 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 64 di 197

Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione.

Sezione di incastro (sez. A)

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di copertura è costituita da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 70 cm e si considera una larghezza unitaria L'armatura superiore è costituita da un primo strato costituito da $\phi 24/20$ e un secondo strato costituito da $\phi 20/20$, l'armatura inferiore è costituita invece da $\phi 24/20$, a taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×20 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																					
	d riferito all'asse barra c copriferro netto M >0, se tese fibre inferiori N >0, se di trazione V in valore assoluto																				
	A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement																				
	<table border="1"> <tr><td>α_{cc}</td><td>coeff. effetti a lungo termine</td></tr> <tr><td>ν</td><td>coeff. riduzione resistenza bielle</td></tr> <tr><td>α_e</td><td>$=E_s/E_c$</td></tr> <tr><td>k_t</td><td>0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td></tr> <tr><td>k_1</td><td>0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td></tr> <tr><td>k_2</td><td>0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</td></tr> <tr><td>k_3</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>k_4</td><td>0,425</td></tr> <tr><td>σ</td><td>>0 se di trazione</td></tr> <tr><td>a_l</td><td>traslazione armatura longitudinale</td></tr> </table>	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	ν	coeff. riduzione resistenza bielle	α_e	$=E_s/E_c$	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce	k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura	k_3	3,4	k_4	0,425	σ	>0 se di trazione	a_l	traslazione armatura longitudinale
α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																				
ν	coeff. riduzione resistenza bielle																				
α_e	$=E_s/E_c$																				
k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																				
k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																				
k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura																				
k_3	3,4																				
k_4	0,425																				
σ	>0 se di trazione																				
a_l	traslazione armatura longitudinale																				

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B FOGLIO 65 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	70	6,6	62,2	56,0
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	24	7,8	22,62	
5	20	61,4	15,71	
5	24	62,2	22,62	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	10	20	90	3,93

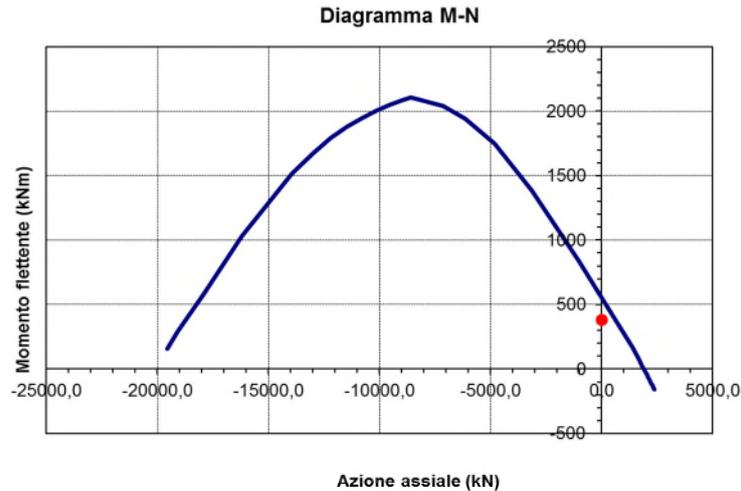
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,520		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-384,20 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	562,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-552,5 [kNm]
FS	1,44
taglio	
V _{Rdc}	247,2 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V _{Rds}	749,8 [kN]
V _{Rdmax}	3114,9 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _l	48,8 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 66 di 197



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-240,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-251,8 [kNm]
y_n	19,61 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,1 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-30,1 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	187,2 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-191,16 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-251,8 [kNm]
y_n	19,61 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-3,2 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-24,0 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	149,1 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 67 di 197

Sezione di mezzeria (sez. B):

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di copertura è costituita da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 70 cm e si considera una larghezza unitaria L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 20/20$, l'armatura inferiore è costituita invece da un primo strato costituito da $\phi 24/20$ e un secondo strato costituito da un $\phi 24/40$. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																																									
	<table border="0"> <tr> <td>d</td> <td>riferito all'asse barra</td> <td>α_{cc}</td> <td>coeff. effetti a lungo termine</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>copriferro netto</td> <td>v</td> <td>coeff. riduzione resistenza bielle</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>>0, se tese fibre inferiori</td> <td>α_e</td> <td>=Es/Ec</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>>0, se di trazione</td> <td>k_t</td> <td>0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>in valore assoluto</td> <td>k_1</td> <td>0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>k_2</td> <td>0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>k_3</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>k_4</td> <td>0,425</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>σ</td> <td>>0 se di trazione</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>al</td> <td>traslazione armatura longitudinale</td> </tr> </table>	d	riferito all'asse barra	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	c	copriferro netto	v	coeff. riduzione resistenza bielle	M	>0, se tese fibre inferiori	α_e	=Es/Ec	N	>0, se di trazione	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	V	in valore assoluto	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce			k_2	0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura			k_3	3,4			k_4	0,425			σ	>0 se di trazione			al	traslazione armatura longitudinale
d	riferito all'asse barra	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																																						
c	copriferro netto	v	coeff. riduzione resistenza bielle																																						
M	>0, se tese fibre inferiori	α_e	=Es/Ec																																						
N	>0, se di trazione	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																																						
V	in valore assoluto	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																																						
		k_2	0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura																																						
		k_3	3,4																																						
		k_4	0,425																																						
		σ	>0 se di trazione																																						
		al	traslazione armatura longitudinale																																						

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B FOGLIO 68 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	70	6,6	62,2	56,0
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A _{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	20	7,6	15,71	
5	24	62,2	22,62	
2,5	24	62,2	11,31	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A _{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	40	90	1,96

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,520		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8		
k ₃	3,4		
k ₄	0,425		
valori limite			
	0,45 f _{ck}		14,9 [MPa]
	0,8 f _{yk}		360,0 [MPa]
	W _{k,lim}		0,2 [mm]

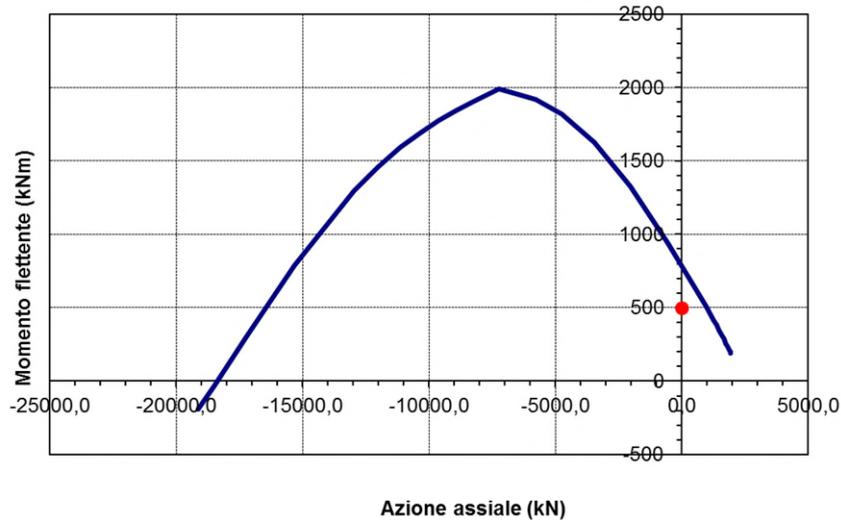
Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	500,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	100,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	788,4 [kNm]
FS	1,58
taglio	
V _{Rdc}	246,1 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	186,2 [kN]
V _{Rdmax}	3095,0 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _i	62,2 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 69 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

Diagramma M-N



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
MEk	353,00 [kNm]
NEk	0 [kN]
tensioni e fessure	
Mdec	0,0 [kNm]
Mcr	255,1 [kNm]
yn	-15,53 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-5,7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-52,0 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	187,2 [MPa]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
MEk	293,00 [kNm]
NEk	0 [kN]
tensioni e fessure	
Mdec	0,0 [kNm]
Mcr	255,1 [kNm]
yn	-15,53 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-43,2 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	155,4 [MPa]
k ₂	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	0,47 [‰]
Sr,max	42,7 [cm]
Wk	0,199 [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 70 di 197

8.9.2 Piedritti

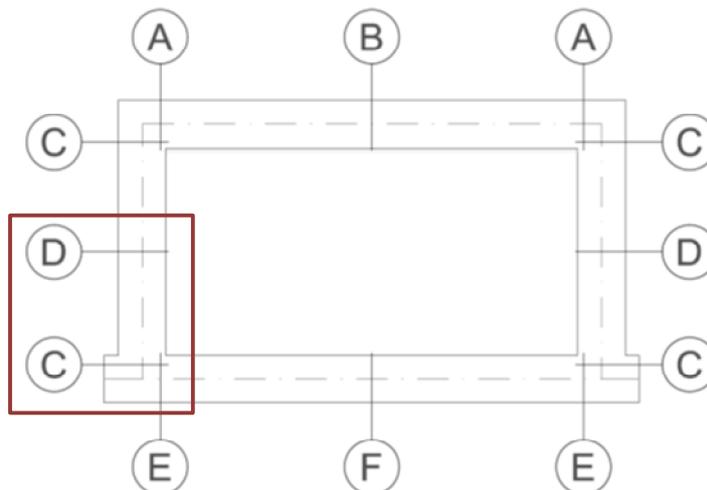
Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	70.0

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm
Armatura estradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6 + $\emptyset/2$ =	8.6 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 71 di 197

Sezione di incastro (sez. C)

Caratteristiche geometriche della sezione

Il piedritto è costituito da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 70 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura interna è costituita da uno strato compresso (intradosso) costituito da $\phi 24/20$ e un secondo strato teso (estradosso) costituito da $\phi 24/20$ e uno strato in sovrapposizione $\phi 20/20$, a taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×40 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda	
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>
	<p>α_{cc} coeff. effetti a lungo termine</p> <p>v coeff. riduzione resistenza bielle</p> <p>$\alpha_e = E_s/E_c$</p> <p>k_t 0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</p> <p>k_1 0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</p> <p>k_2 0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura</p> <p>k_3 3,4</p> <p>k_4 0,425</p> <p>σ >0 se di trazione</p> <p>a_l traslazione armatura longitudinale</p>
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>	

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 72 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	70	6,6	62,2	56,0
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	24	7,8	22,62	
5	20	61,4	15,71	
5	24	62,2	22,62	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

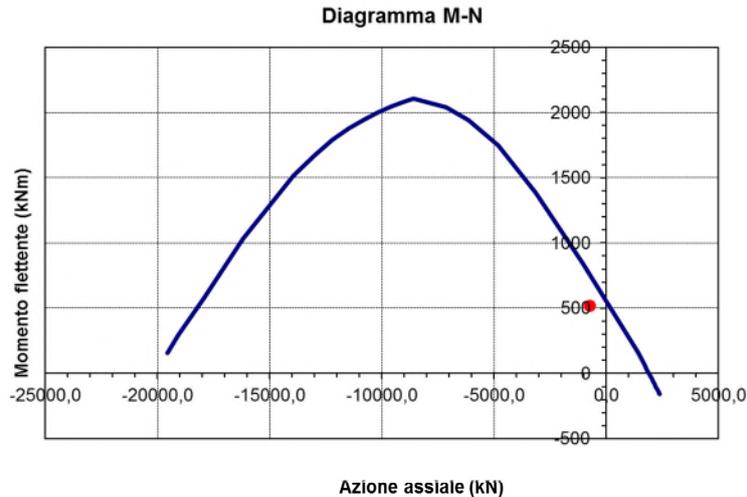
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,520		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-519,00 [kNm]
N _{Ed}	-738 [kN]
V _{Ed}	324,20 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-756,6 [kNm]
FS	1,46
taglio	
V _{Rdc}	346,2 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	374,9 [kN]
V _{Rdmax}	3114,9 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	duttile
a _l	62,6 [cm]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 73 di 197



Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-363,00 [kNm]
N_{Ek}	-525 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-69,0 [kNm]
M_{cr}	-320,8 [kNm]
y_n	13,05 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-6,3 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-61,1 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	175,5 [MPa]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-302,55 [kNm]
N_{Ek}	-437 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-57,4 [kNm]
M_{cr}	-309,2 [kNm]
y_n	13,06 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-5,3 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-50,9 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	146,4 [MPa]
k_2	0,5
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 74 di 197

Sezione di mezzzeria piedritto (sez. D)

Di seguito si riporta la verifica strutturale del piedritto in mezzzeria, in corrispondenza della zona senza armatura integrativa (strato di sovrapposizione).

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	70	6,6	62,2	56,0
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	24	7,8	22,62	
5	24	62,2	22,62	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

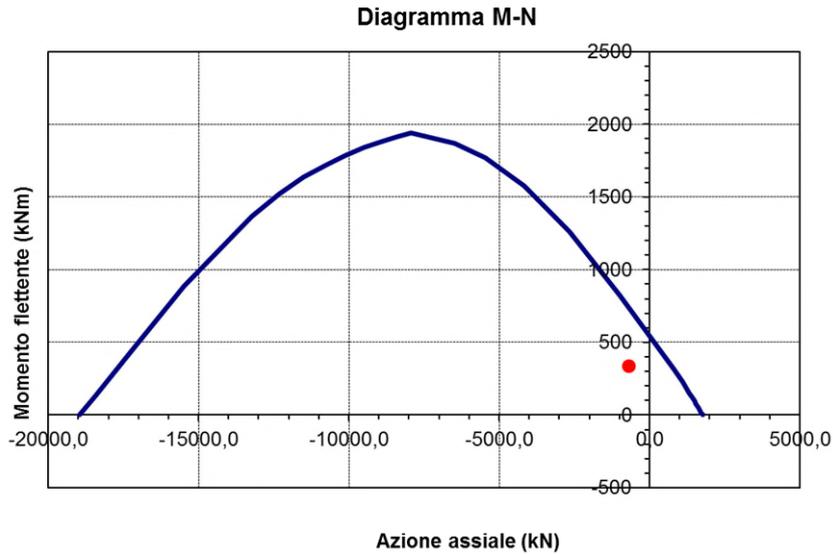
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ϵ_{uk}	67,5 [‰]
v	0,520		
ϵ_{c2}	2,0 [‰]		
ϵ_{cu2}	3,5 [‰]		
α_e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8		
k ₃	3,4		
k ₄	0,425		
		valori limite	
		0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
		0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
		W _{k,lim}	0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-341,25 [kNm]
N _{Ed}	-710,55 [kN]
V _{Ed}	210,23 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-744,4 [kNm]
FS	2,18
taglio	
V _{Rdc}	340,8 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	372,5 [kN]
V _{Rdmax}	3095,0 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
ai	62,2 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 75 di 197



Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-232,90 [kNm]
N_{Ek}	-500,55 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-62,3 [kNm]
M_{cr}	-307,8 [kNm]
y_n	7,94 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,3 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-46,3 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	84,5 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-189,65 [kNm]
N_{Ek}	-413,2 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-51,5 [kNm]
M_{cr}	-296,9 [kNm]
y_n	7,73 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-3,5 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-37,8 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	67,8 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 76 di 197

8.9.3 Soletta inferiore

Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	80.0

Sezione di mezzeria:

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm
Armatura estradosso o, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6 + $\emptyset/2$ =	8.6 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------

Armatura agli appoggi:

Armatura estradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm

Armatura intradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 24/20" =	22.62 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$	7.8 cm
Armatura intradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6 + $\emptyset/2$ =	8.6 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 77 di 197

Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione.

Sezione di incastro (sez.E)

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di fondazione è costituita da un calcestruzzo di classe Rck35, ha uno spessore di 80 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 24/20$ mentre l'armatura inferiore è costituita invece da uno strato di $\phi 24/20$ e da un secondo strato costituito da $\phi 20/20$. A taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×20 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																					
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>																				
	<table border="1"> <tr><td>α_{cc}</td><td>coeff. effetti a lungo termine</td></tr> <tr><td>v</td><td>coeff. riduzione resistenza bielle</td></tr> <tr><td>α_e</td><td>$=E_s/E_c$</td></tr> <tr><td>k_t</td><td>0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td></tr> <tr><td>k_1</td><td>0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td></tr> <tr><td>k_2</td><td>0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</td></tr> <tr><td>k_3</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>k_4</td><td>0,425</td></tr> <tr><td>σ</td><td>>0 se di trazione</td></tr> <tr><td>a_l</td><td>traslazione armatura longitudinale</td></tr> </table>	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	v	coeff. riduzione resistenza bielle	α_e	$=E_s/E_c$	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce	k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura	k_3	3,4	k_4	0,425	σ	>0 se di trazione	a_l	traslazione armatura longitudinale
α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																				
v	coeff. riduzione resistenza bielle																				
α_e	$=E_s/E_c$																				
k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																				
k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																				
k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura																				
k_3	3,4																				
k_4	0,425																				
σ	>0 se di trazione																				
a_l	traslazione armatura longitudinale																				
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>																					

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 78 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	80	6,6	72,2	65,0
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	24	7,8	22,62	
5	20	71,4	15,71	
5	24	72,2	22,62	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	10	20	90	3,93

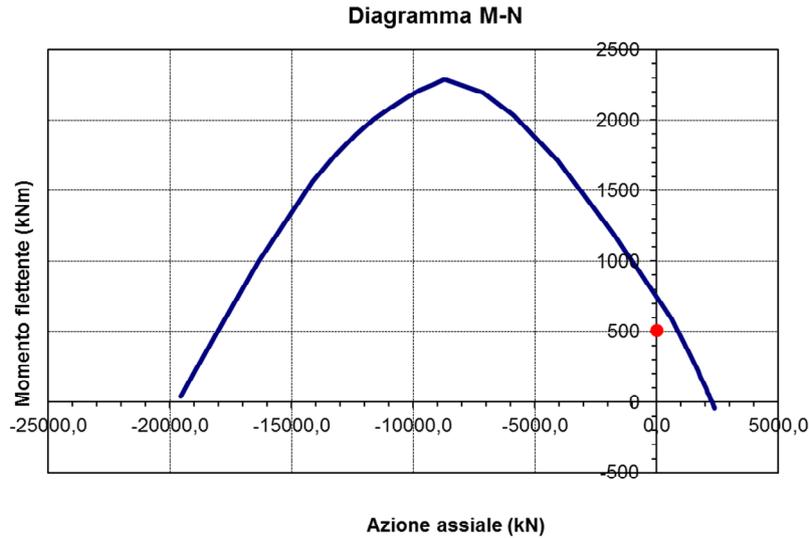
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	21,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,530		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8		
k ₃	3,4		
k ₄	0,425		
valori limite			
	0,45 f _{ck}		13,1 [MPa]
	0,8 f _{yk}		360,0 [MPa]
	W _{k,lim}		0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-508,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	678,20 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-747,9 [kNm]
FS	1,47
taglio	
V _{Rdc}	257,9 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V _{Rds}	869,5 [kN]
V _{Rdmax}	3221,5 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _l	56,6 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 79 di 197



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante.

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-220,24 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-285,9 [kNm]
y_n	21,13 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-3,5 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-2,9 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	147,4 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-182,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-285,9 [kNm]
y_n	21,13 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-2,9 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-2,4 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	121,8 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 80 di 197

Sezione di mezzeria (sez. F):

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di fondazione è costituita da un calcestruzzo di classe Rck35, ha uno spessore di 80 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 24/20$, e da un secondo strato costituito $\phi 20/20$. L'armatura inferiore è costituita da uno strato di $\phi 24/20$. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																					
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">α_{cc}</td><td style="padding: 2px;">coeff. effetti a lungo termine</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">ν</td><td style="padding: 2px;">coeff. riduzione resistenza bielle</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">α_e</td><td style="padding: 2px;">$=E_s/E_c$</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_t</td><td style="padding: 2px;">0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_1</td><td style="padding: 2px;">0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_2</td><td style="padding: 2px;">0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_3</td><td style="padding: 2px;">3,4</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_4</td><td style="padding: 2px;">0,425</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">σ</td><td style="padding: 2px;">>0 se di trazione</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">a_l</td><td style="padding: 2px;">traslazione armatura longitudinale</td></tr> </table>	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	ν	coeff. riduzione resistenza bielle	α_e	$=E_s/E_c$	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce	k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura	k_3	3,4	k_4	0,425	σ	>0 se di trazione	a_l	traslazione armatura longitudinale
α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																				
ν	coeff. riduzione resistenza bielle																				
α_e	$=E_s/E_c$																				
k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																				
k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																				
k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura																				
k_3	3,4																				
k_4	0,425																				
σ	>0 se di trazione																				
a_l	traslazione armatura longitudinale																				
<p>A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement</p>																					

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 81 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	80	6,6	71,9	64,7
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	24	7,8	22,62	
5	20	71,4	15,71	
5	24	72,2	22,62	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

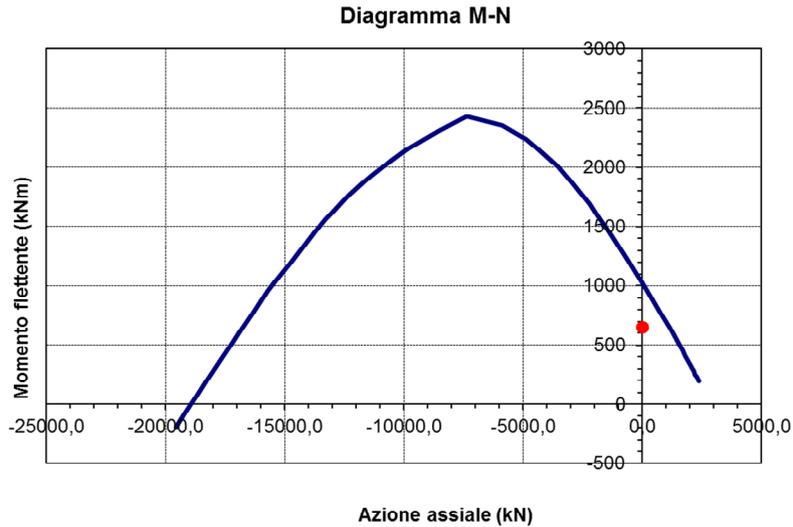
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	21,5 [MPa]	ϵ_{uk}	67,5 [‰]
ν	0,530		
ϵ_{c2}	2,0 [‰]		
ϵ_{cu2}	3,5 [‰]		
α_e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	13,1 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]
valori limite			

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	656,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	258,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	1020,9 [kNm]
FS	1,56
taglio	
V _{Rdc}	256,0 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V _{Rds}	430,4 [kN]
V _{Rdmax}	3189,2 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	duttile
a _l	56,0 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 82 di 197



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante.

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M _{Ek}	446,00 [kNm]
N _{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	0,0 [kNm]
M _{cr}	309,3 [kNm]
γ _n	-18,11 [cm]
σ _{c,min}	-5,3 [MPa]
σ _{s,min}	-50,9 [MPa]
σ _{s,max}	181,6 [MPa]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M _{Ek}	371,00 [kNm]
N _{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	0,0 [kNm]
M _{cr}	309,3 [kNm]
γ _n	-18,11 [cm]
σ _{c,min}	-4,4 [MPa]
σ _{s,min}	-42,3 [MPa]
σ _{s,max}	151,1 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm-ε_{cm}}	0,45 [‰]
S _{r,max}	41,5 [cm]
W _k	0,188 [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

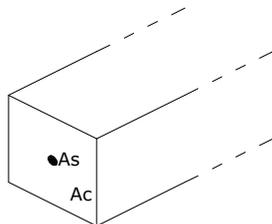
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 83 di 197

8.10 VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO

Vengono discussi brevemente gli effetti dovuti al ritiro nel calcestruzzo che provocando stati interni di coazione con l'armatura. Scopo della trattazione è quello di verificare l'armatura minima longitudinale nella soletta superiore dello scatolare.

8.10.1 Coazioni interne longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

Per il calcolo delle coazioni interne dovute ai fenomeni di ritiro si consideri una sezione di area unitaria A_c con un'unica barra di armatura di area A_s come rappresentato nell'immagine sottostante:



Si assumono le seguenti ipotesi:

- perfetta aderenza tra calcestruzzo ed acciaio;
- deformata piana della sezione in calcestruzzo;
- comportamento del calcestruzzo e dell'acciaio elastico e lineare,

Le equazioni di equilibrio, congruenza e legame dell'insieme calcestruzzo + acciaio che governano il fenomeno sono:

- $N_c + N_s = 0$ (equazione di equilibrio)
- $\epsilon_r = \epsilon_s - \epsilon_c$ (equazione di congruenza)
- $N_c = A_c \sigma_c = A_c E_c \epsilon_c$ (equazione legame costitutivo del calcestruzzo)
- $N_s = A_s \sigma_s = A_s E_s \epsilon_s$ (equazione legame costitutivo dell'acciaio)

Sostituendo le equazioni di legame in quella di equilibrio ed esprimendo la deformazione del calcestruzzo in funzione di quella dell'acciaio si ha:

$$N_s = - N_c = A_s E_s A_c E_c \epsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c)$$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 84 di 197

Il comportamento viscoso del calcestruzzo viene considerato attraverso l'abbattimento del modulo elastico, pertanto è necessario sostituire il valore di E_c con E_c^* . La tensione sull'acciaio e sul calcestruzzo risultano quindi pari a:

$$\sigma_s = A_c E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

$$\sigma_c = -A_s E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

8.10.2 Calcolo delle sollecitazioni longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari $H/2 = 35$ cm, ed un calcestruzzo C32/40, classe N.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$H = 70 \text{ cm}$$

$$A_{s,long} = 1+1\phi 16/20 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 33642 \text{ N/mm}^2$$

Deformazione da ritiro:

$$U.R. = 75\%$$

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2,5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 40 - 10) \times 10^{-6} = 0.06225 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = k_h * \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.319 \text{ ‰} = 0.223 \text{ ‰} \text{ (per } h_0 > 500 \text{ mm, calcestruzzo C32/40 classe N, U.R.=75\%)}$$

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = \mathbf{0.285 \text{ ‰}}$$

A favore di sicurezza, si assume comunque una deformazione $\varepsilon_r = \mathbf{0.400 \text{ ‰}}$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t=\infty) = 1.6$. Il modulo elastico ridotto del calcestruzzo risulta quindi pari a:

$$E_c^* = E_c / (1 + \phi) = 12939,53 \text{ N/mm}^2$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 85 di 197

Tensioni nei materiali:

$$\sigma_s = \frac{(350 * 1000) * 12939.53 * (210000 * 0.00040)}{(2010 * 210000) + (350 * 1000) * 12939.53} = 76,83 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_c = \frac{2010 * 12939.53 * (210000 * 0.00040)}{(2010 * 210000) + (350 * 1000) * 12939.53} = 0,44 \frac{N}{mm^2}$$

La sollecitazione sul calcestruzzo risulta molto inferiore rispetto alla resistenza a trazione e quindi non porta a fessurazione il calcestruzzo; la sollecitazione sull'acciaio risulta modesta ed accettabile per le normali condizioni di esercizio della struttura.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B FOGLIO 86 di 197

9. MURO AD “U” – IN01

9.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Il Muro ad “U” è situato nei pressi della nuova stazione Hirpinia alla progressiva Km. 0+700 nel tratto RI01, le cui dimensioni di progetto derivano dallo studio idraulico delle portate ad essi afferenti.

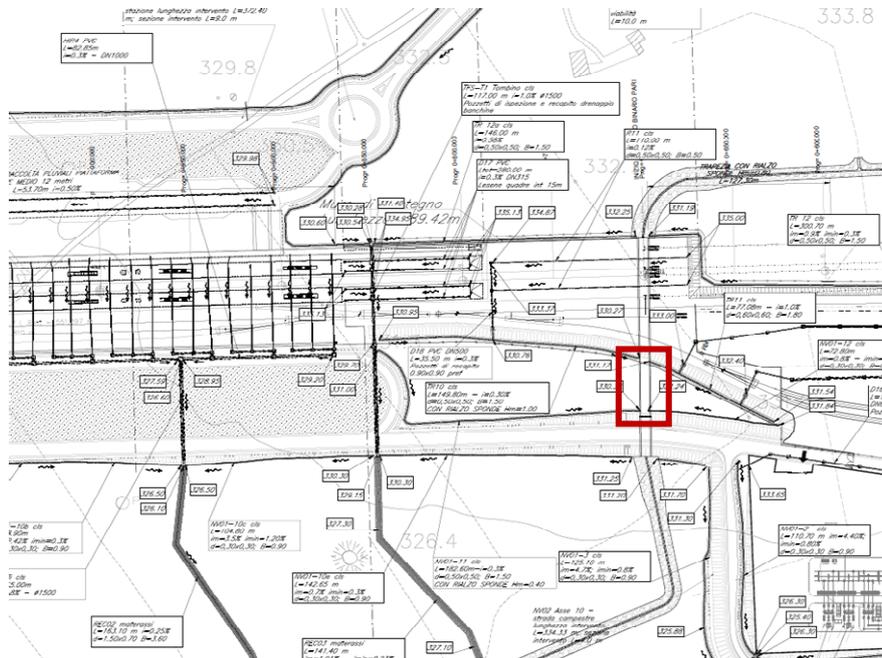


Figura 15 Inquadramento del muro ad “U” – IN01

SEZIONE TRASVERSALE F-F
CANALE AD “U”
IN01-NV16
Scala 1:100

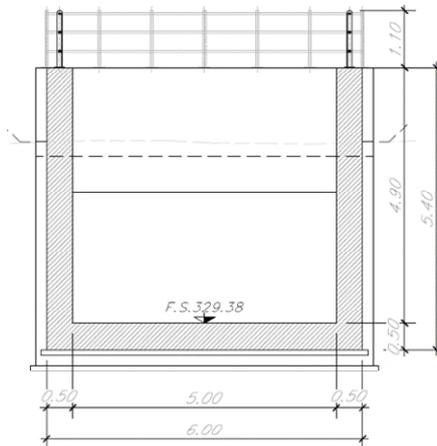
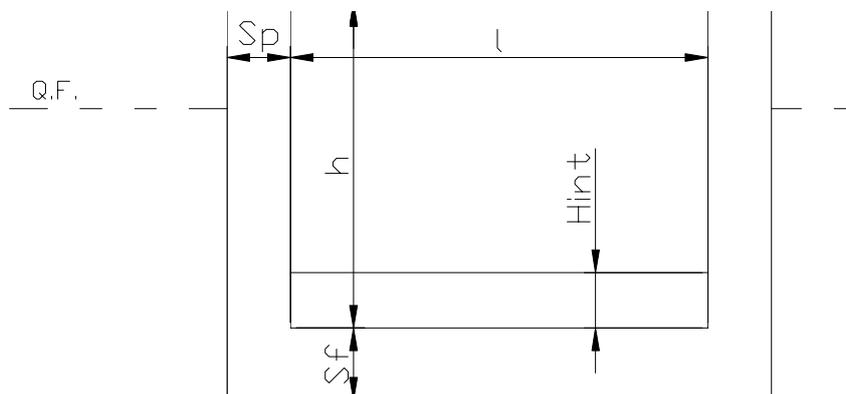


Figura 16 Sezione trasversale del muro ad “U”

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 87 di 197

9.2 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La sezione presa di riferimento per il calcolo è cautelativamente quella con l'elevazione dei muri più alta $H = 4,90$ m., in quanto più sollecitati dalla spinta del terreno. Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della struttura:



Dimensioni geometriche (sezione in retto):

- $l = 5,00$ m
- $h = 4,90$ m
- $S_f = 0,50$ m
- $S_p = 0,50$ m
- Q.F. = quota falda, minore della quota fondo scatolare.

La falda è al di sotto del piano di fondazione dello scatolare e pertanto non influenza il dimensionamento dell'opera.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 88 di 197

9.3 MODELLAZIONE STRUTTURALE

9.3.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un software ad elementi finiti (SAP2000), i setti in c.a. sono stati schematizzati con elementi "beam" mutuamente incastrati, con riferimento ad una larghezza unitaria della struttura; pertanto il calcolo viene condotto come un telaio piano.

9.3.2 Modellazione adottata

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti, assumendo uno schema statico di telaio chiuso.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso alla teoria delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- K_s = costante di sottofondo [F/L³]
- b_t = interasse trasversale di competenza della generica molla
- b_l = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1,00 m)
- $W_s = K_s (b_t \times b_l)$ = caratteristica elastica della generica molla

La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è calcolata come segue:

$$k_s = \frac{p}{s}$$

Dove:

- p = è la pressione della struttura esercitata sul terreno;
- s = è il cedimento corrispondente, calcolato come: $s = K_r \cdot \sum_i \frac{\Delta\sigma_{vi} \cdot \Delta H_i}{E_i}$

dove: E = modulo elastico strato terreno;

H = altezza dello strato del terreno;

σ_v = tensione verticale corrispondente;

K_r = coefficiente di rigidità della fondazione.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 89 di 197

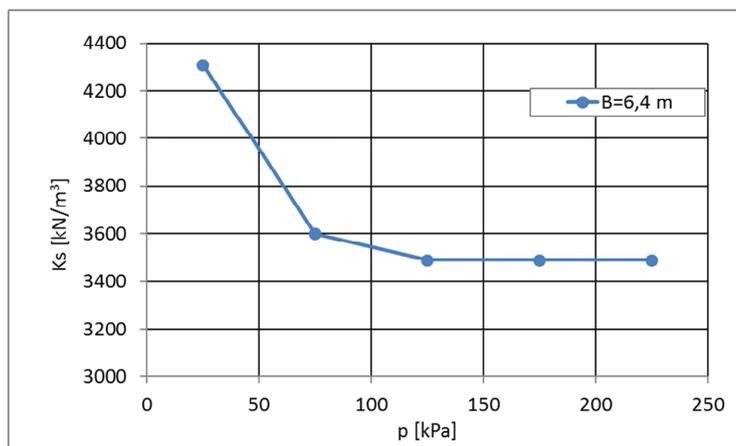
La stratigrafia del terreno nella porzione interessata presenta quattro diversi strati:

- 1° strato: Limo – Argilla | H = 6,00 m. | $E_{op2} = 13$ Mpa
- 2° strato: Sabbie | H = 2,50 m. | $E_{op2} = 20$ Mpa
- 3° strato: Ghiaie | H = 3,00 m. | $E_{op2} = 34$ Mpa
- 4° strato: Anzano | H = 6,00 m. | $E_{op2} = 45,5$ Mpa

Di seguito viene riportata la tabella con la quale è stato ottenuto il valore di K_s :

<i>larghezza della fondazione</i>	B	6,4	[m]
<i>pressione media in fondazione</i>	q	125,0	[kPa]
<i>coefficiente di Poisson</i>	n	0,30	[-]
<i>passo di calcolo</i>	Dz	0,5	[m]
<i>quota della falda</i>	z _w	3,0	[m]
<i>peso acqua</i>	g _w	10,0	[kN/m ³]
<i>peso terreno</i>	g	20,0	[kN/m ³]
<i>peso del terreno immerso</i>	g'	12,0	[kN/m ³]
<i>coefficiente di rigidezza della fondazione</i>	k _r	0,85	[-]
<i>limite dell'incremento</i>	a	0,10	[-]
<i>profondità del piano di posa</i>	z _i	0,00	[m]
<i>cedimento in asse</i>	w	35,92	[mm]
<i>costante di sottofondo</i>	k _s =p/w	3490	[kN/m ³]

Inoltre, è stata condotta un'analisi parametrica del valore di K_s per ottenere il valore più congruo e omogeneo, al variare della pressione esercitata dalla struttura sul terreno sottostante. È stato ottenuto come valore più corretto da applicare al modello: **$K_s = 3500$ kN/m³**

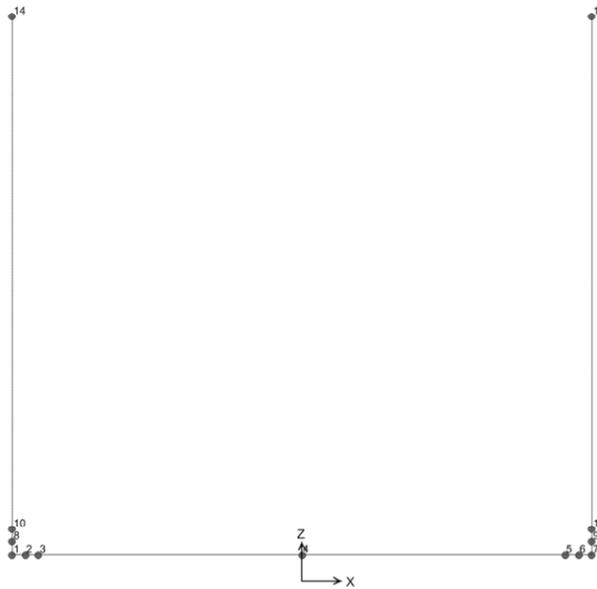


P [kPa]	K _s [kN/m ³]
25	4310
75	3600
125	3490
175	3490
225	3490

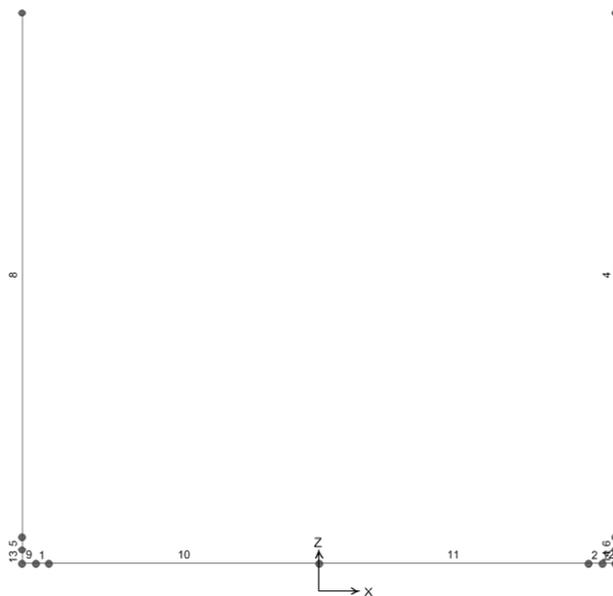
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 90 di 197

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle seguenti figure.

Numerazione dei nodi



Numerazione delle aste



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 91 di 197

9.4 ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Condizioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato: $\gamma_{ril} = 20 \text{ kN/m}^3$
- sovrastruttura ferroviaria: $\gamma_{ric} = 24 \text{ kN/m}^3$
- massicciata + armamento: $\gamma_{ballast} = 18 \text{ kN/m}^3$

9.4.1 Peso proprio strutture (g_1)

- piedritti $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0,50 \times 25,00 = 12,50 \text{ kN/m}^2$
- soletta inferiore $S_i \times \gamma_{c.a.} = 0,50 \times 25,00 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

9.4.2 Spinta del terreno (g_{3-1} , g_{3-2} , g_{3-3} , e g_{3-4})

Nella definizione delle azioni elementari è stata indicata con g_{3-1} la spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro, con g_{3-2} la spinta a riposo del terreno sul piedritto destro, con g_{3-3} la spinta attiva del terreno sul piedritto sinistro e con g_{3-4} la spinta attiva del terreno sul piedritto destro; le quattro azioni elementari sopra citate sono state opportunamente combinate tra loro. Come dichiarato sopra, la falda non interessa lo scatolare quindi non influenza il calcolo delle spinte.

I calcoli sono stati condotti caratterizzando il terreno con i parametri illustrati in precedenza.

Si riportano nel seguito i coefficienti di spinta attiva e di spinta a riposo ottenuti nell'ambito della valutazione degli effetti del terreno circostante sulla struttura in oggetto:

$$\begin{aligned} \text{STR:} & \quad \phi'_{M1} = 38^\circ \quad \Rightarrow k_0 = 0.384 \text{ e } k_a = 0.238 \\ \text{GEO:} & \quad \phi'_{M2} = 32^\circ \quad \Rightarrow k_0 = 0.470 \text{ e } k_a = 0.307 \end{aligned}$$

Il calcolo della pressione viene calcolata al variare della profondità z e considerando anche l'eventuale presenza della falda alla quota z_0 .

La spinta verticale σ_v del terreno viene calcolata con l'espressione generale:

$$\sigma_v = \gamma_t \cdot z_0 + \gamma_t' \cdot (z - z_0) + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Analogamente si ricavano i valori delle spinte orizzontali per i diversi coefficienti di spinta, per ciascuna condizione di carico ed alle profondità di riferimento.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 92 di 197

Approccio 1 – Combinazione 1

$$\sigma_{h0} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{0,M1} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{0,M1} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

$$\sigma_{ha} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{a,M1} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{a,M1} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$\sigma_{h0} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{0,M2} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{0,M2} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

$$\sigma_{ha} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{a,M2} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{a,M2} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Si riportano nella seguente tabella i valori delle pressioni orizzontali agenti sulla struttura, valutati sia per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) che per la Combinazione 2 (A2+M2+R2):

			str	str	geo	geo
	z	σ_v	σ_{h0}	σ_{ha}	σ_{h0_M2}	σ_{ha_M2}
posizione	[m]	[kN/m ²]				
asse di copertura	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
intradosso copertura	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
h/2	2,45	49,00	18,8	11,7	23,0	15,1
intradosso fondazione	4,90	98,00	37,7	23,3	46,1	30,1
asse fondazione	5,15	101,65	39,1	24,2	47,8	31,2

Tabella 4 – Valori delle pressioni orizzontali sui piedritti

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori delle pressioni orizzontali agenti sui piedritti negli scenari di spinta attiva e di spinta a riposo; le rispettive posizioni sono indicate in tabella.

9.4.3 Idrostatica (g₂₋₅)

La quota della falda di progetto è assunta a quota +328 m s.l.m., non è quindi interferente con il manufatto in oggetto.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 93 di 197

9.5 CARICHI SISMICI (S₁-S₂-S₃-S₄)

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "C", la categoria topografica è "T1". Essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m , assume valore unitario.

L'azione sismica viene valutata come:

- incremento di spinta laterale agente asimmetricamente (s1)
- inerzia della struttura (s3)
-

In tutti i casi viene considerata trascurabile la componente verticale del sisma. Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NTC § 7.11.6.2.1 e EC8-5 § 7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h^2$$

Si precisa che S, prodotto tra S_S e S_T, è pari a:

$$S = S_S \cdot S_T = 1.18 \cdot 1.0 = 1.18$$

componente orizzontale

accelerazione massima del sito: $a_{max} = S \cdot a_g = 1.18 \cdot 0.380 \text{ g}$

coefficiente di riduzione $\beta_m = 1.0$

coefficiente sismico orizzontale $k_h = 0.448 \text{ g}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 94 di 197

9.5.1 incremento sismico spinta delle terre (s1)

altezza del rilevato sismicamente attivo	$H_{\text{sism}} = 4,35 \text{ m}$
peso specifico equivalente del rilevato	$\gamma_{\text{rilevato}} = 20 \text{ kN/m}^3$
incremento sismico $k_h \cdot \gamma_{\text{rilevato}} \cdot H^2 =$	$F_{\text{sism}} = 169.70 \text{ kN/m}$
pressione sul muro $F_{\text{sism}}/H_{\text{scat}} =$	$p_{\text{sism}} = \mathbf{31.43 \text{ kN/m}^2}$
risultante applicata soletta inferiore	$F_{\text{sism,inf}} = \mathbf{15.71 \text{ kN/m}}$

9.5.2 inerzia struttura (s3)

peso proprio piedritti	$\gamma_{1,\text{piedritti}} = 12,50 \text{ kN/m}^2$
peso proprio soletta inferiore	$\gamma_{1,\text{inf}} = 12,50 \text{ kN/m}^2$
inerzia piedritti	$\gamma_{1,\text{piedritti}} \cdot S \cdot a_g = f_{i,\text{pp,piedritti}} = \mathbf{5.61 \text{ kN/m}^2}$
inerzia soletta inferiore	$\gamma_{1,\text{inf}} \cdot S \cdot a_g = f_{i,\text{pp,inf}} = \mathbf{5.61 \text{ kN/m}^2}$
azioni nei nodi	$F_{i,\text{inf}} = \mathbf{2.80 \text{ kN/m}}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 95 di 197

9.6 RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI

Nella seguente tabella vengono riepilogati i valori delle sollecitazioni per i singoli casi di carico, determinati come sopra riportato.

g_1	Peso proprio strutture	Piedritto 12.5 Soletta inf. 12.5	kN/m²
g_{3-1}	Spinta a riposo lato sinistro	var	kN/m²
g_{3-2}	Spinta a riposo lato destro	var	kN/m²
g_{3-3}	Spinta attiva lato sinistro	var	kN/m²
g_{3-4}	Spinta attiva lato destro	var	kN/m²
s_1	$\Delta p_{d,terr}$	31.43	kN/m²
s_3	$\Delta p_{d,STRU}$	Piedritto 5.61 Soletta inf. 5.61	kN/m²

Con “var” si è indicato un carico variabile lungo l'altezza del piedritto, per i dettagli si rimanda ai paragrafi precedenti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 96 di 197

9.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle N.T.C.

Le combinazioni sono state effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.2.IV, con i coefficienti parziali di sicurezza ferroviari indicati in tabella 5.2.V e i coefficienti di combinazione dei carichi ferroviari della tabella 5.2.VI, tabelle tutte riportate nel capitolo 5.2.3. delle N.T.C.

9.7.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e dal raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti solo in riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale (STR) corrispondente al raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR-SLU} \quad \Rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{STR-SLV} \quad \Rightarrow \quad E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Le verifiche allo stato limite ultimo sismico § 7.11.1(NTC) devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

L'azione sismica è calcolata come combinazione delle componenti orizzontali con quella verticale come $E = 1.0 \times E_x + 0.3 \times E_y + 0.3 \times E_z$ con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 5.2.VI della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere ferroviarie, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 97 di 197

9.7.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara	⇒	$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$
Frequente	⇒	$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$
Quasi permanente	⇒	$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 98 di 197

9.8 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

9.8.1 Condizioni di carico

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Tipo	Carico
1	Ggk	Peso proprio della struttura
2	Gk	Spinta terre da sinistra
3	Gk	Spinta terre da destra
4	Qk	Incremento dinamico terreno
5	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da permanenti
6	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da permanenti
7	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da permanenti

I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle seguenti tabelle di combinazione indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la condizione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.

9.8.2 Combinazioni SLU di tipo STR

n° CC		P.P.	Terra sx	Terra dx
		1	4	5
1SLU		1,35	1,35	1
2SLU	-	1,35	1	1,35
3SLU	-	1,35	1,35	1,35
4SLU	-	1,35	1	1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 99 di 197

9.8.3 Combinazioni SLV

n° CC	P.P	Terra sx	Terra dx	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso
	1	2	3	4	5	6	7
1SLV	1	1	1	1	1	0,3	0
2SLV	1	1	1	1	1	0,3	0
3SLV	1	1	1	1	1	0,3	0
4SLV	1	1	1	1	1	0,3	0
5SLV	1	1	1	1	1	0,3	0
6SLV	1	1	1	0,3	0,3	1	0
7SLV	1	1	1	0,3	0,3	1	0
8SLV	1	1	1	0,3	0,3	1	0
9SLV	1	1	1	0,3	0,3	1	0
10SLV	1	1	1	0,3	0,3	1	0
11SLV	1	1	1	1	1	0	0,3
12SLV	1	1	1	1	1	0	0,3
13SLV	1	1	1	1	1	0	0,3
14SLV	1	1	1	1	1	0	0,3
15SLV	1	1	1	1	1	0	0,3
16SLV	1	1	1	0,3	0,3	0	1
17SLV	1	1	1	0,3	0,3	0	1
18SLV	1	1	1	0,3	0,3	0	1
19SLV	1	1	1	0,3	0,3	0	1
20SLV	1	1	1	0,3	0,3	0	1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 100 di 197

9.8.4 Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Frequente – Caratteristica

n° CC		P.P.	Terra sx	Terra dx
		1	2	3
QP1		1	1	1
Freq1		1	1	1
Car1	gr1	1	1	1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 101 di 197

9.8.5 Diagrammi relativi alle combinazioni elementari

G1: peso proprio

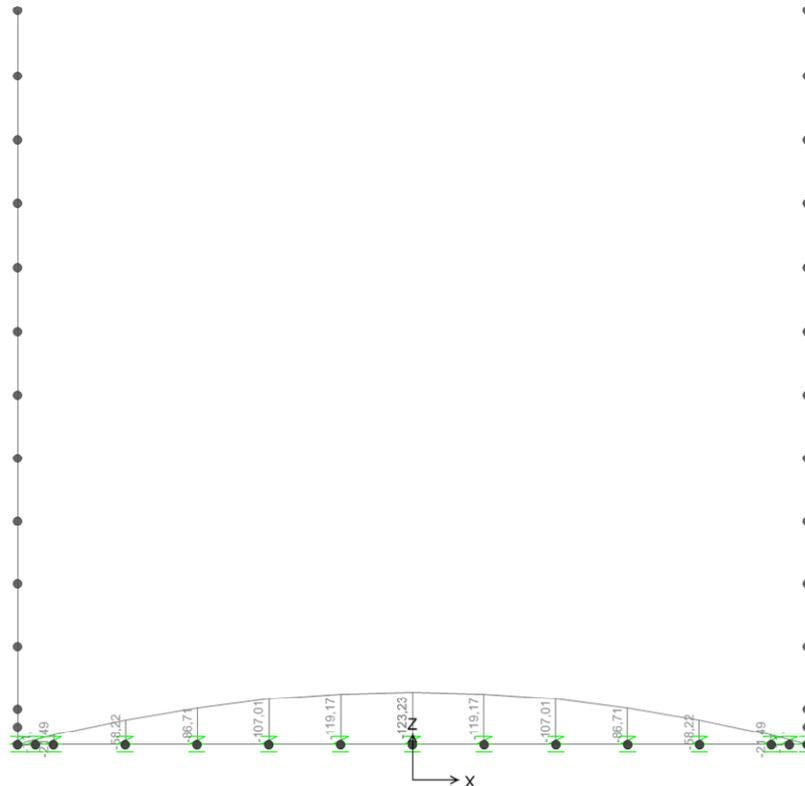


Figura 17 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">102 di 197</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	102 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	102 di 197													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																		

G3: Spinta delle terre

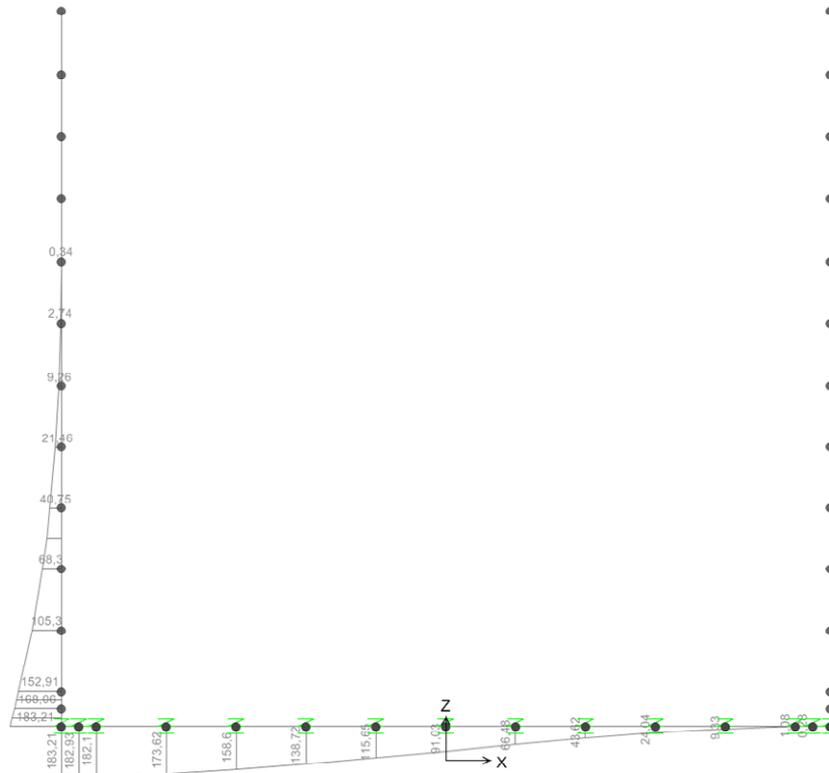


Figura 18 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 20%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">103 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	103 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	103 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

E: Sisma

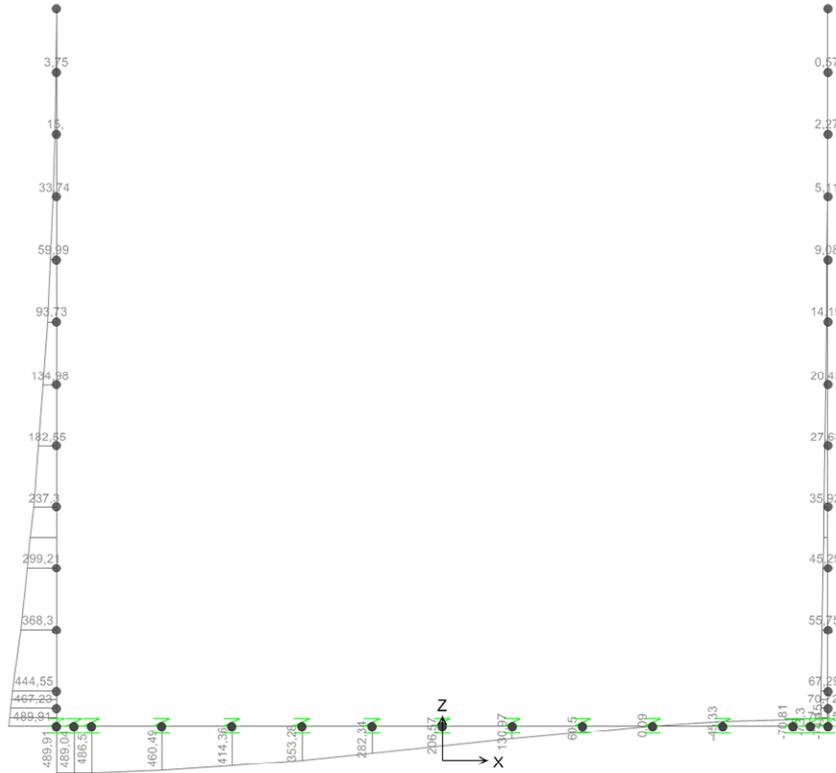


Figura 19 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 104 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

9.8.6 Diagrammi di involuppo SLU/SLV

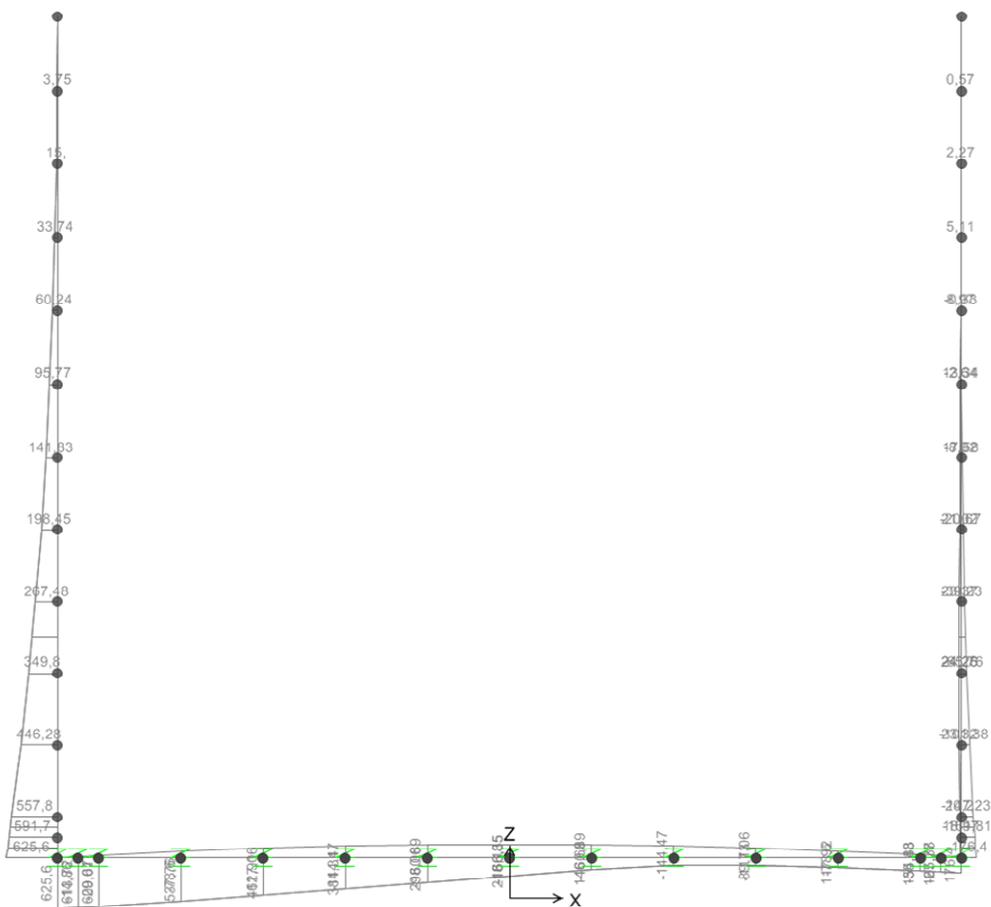


Figura 20 Diagramma momento flettente

APPALTATORE:
Conorzio Soci
HIRPINIA AV **SALINI IMPREGILO S.P.A.** **ASTALDI S.P.A**

PROGETTAZIONE:
Mandatara Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING S.P.A.** **ALPINA S.P.A.**

PROGETTO ESECUTIVO
Relazione di calcolo tombini ferroviari

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	105 di 197

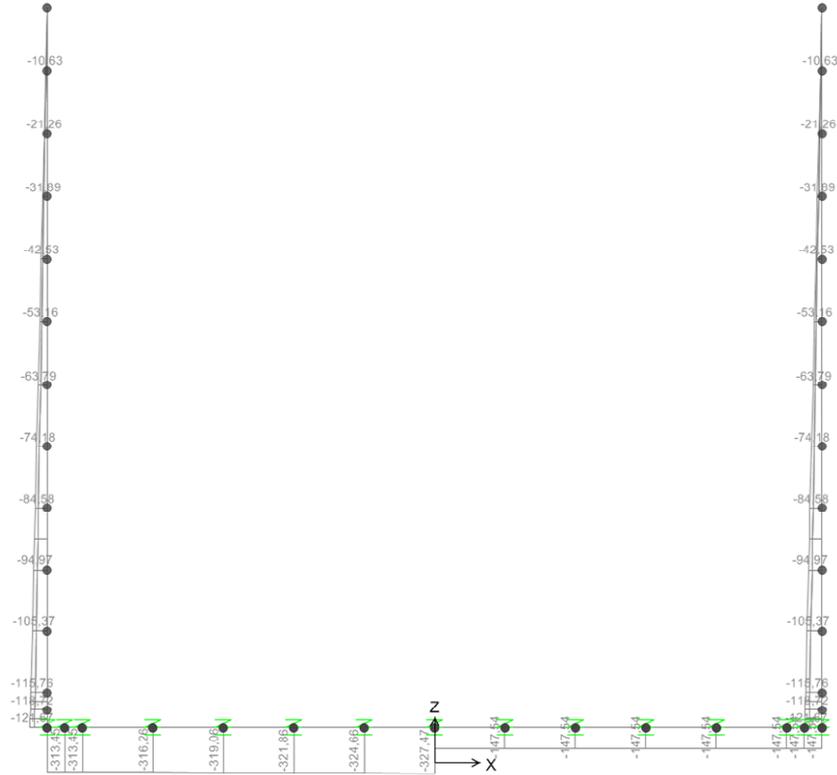


Figura 21 Diagramma Sforzo normale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 106 di 197

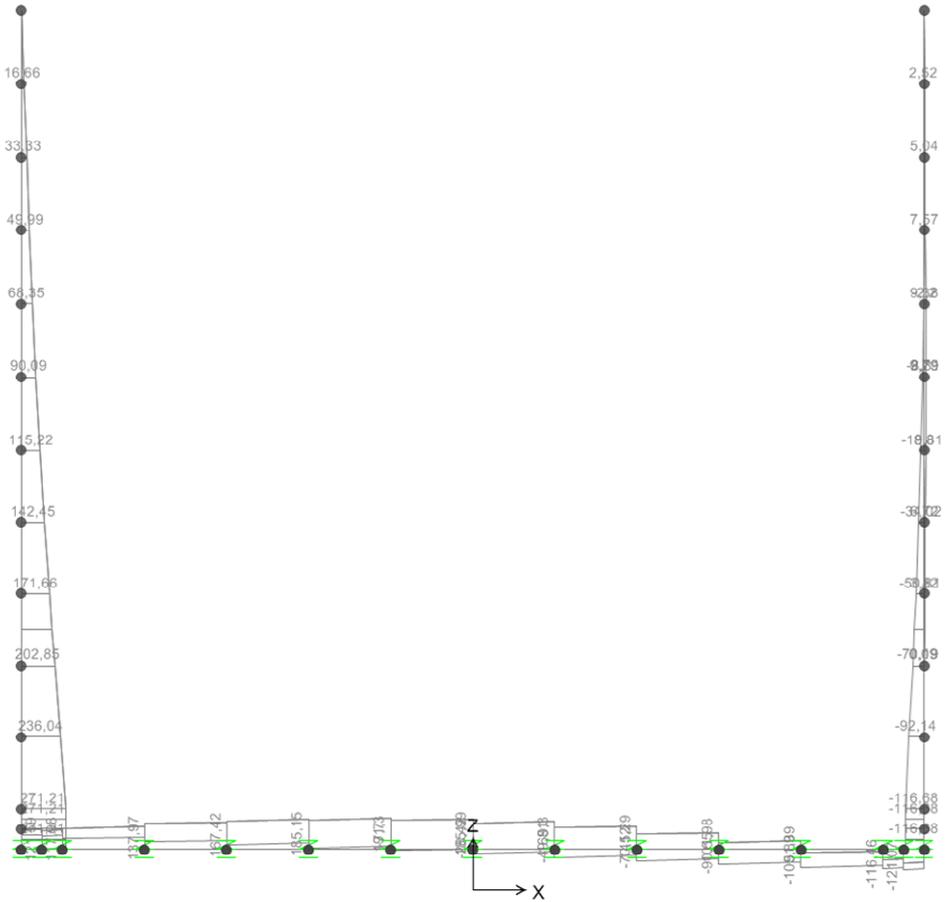


Figura 22 Diagramma taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 107 di 197

9.8.7 Diagrammi di inviluppo SLE

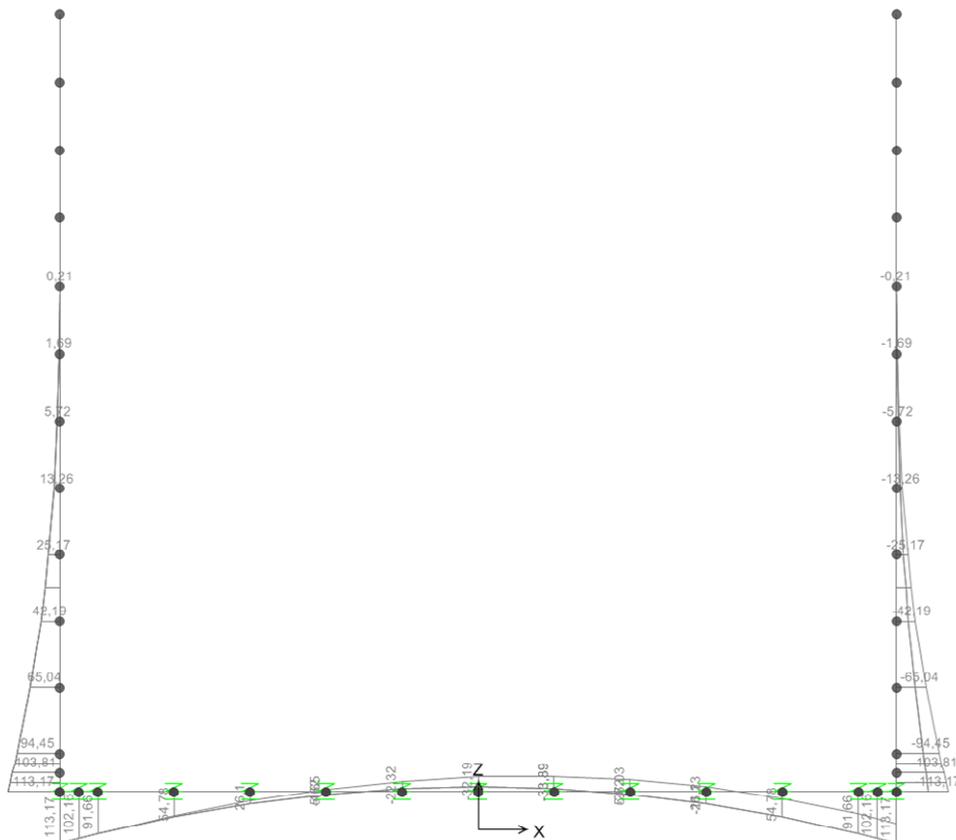


Figura 23 Diagramma momento flettente combinazione Quasi Permanente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</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%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">108 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	108 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	108 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

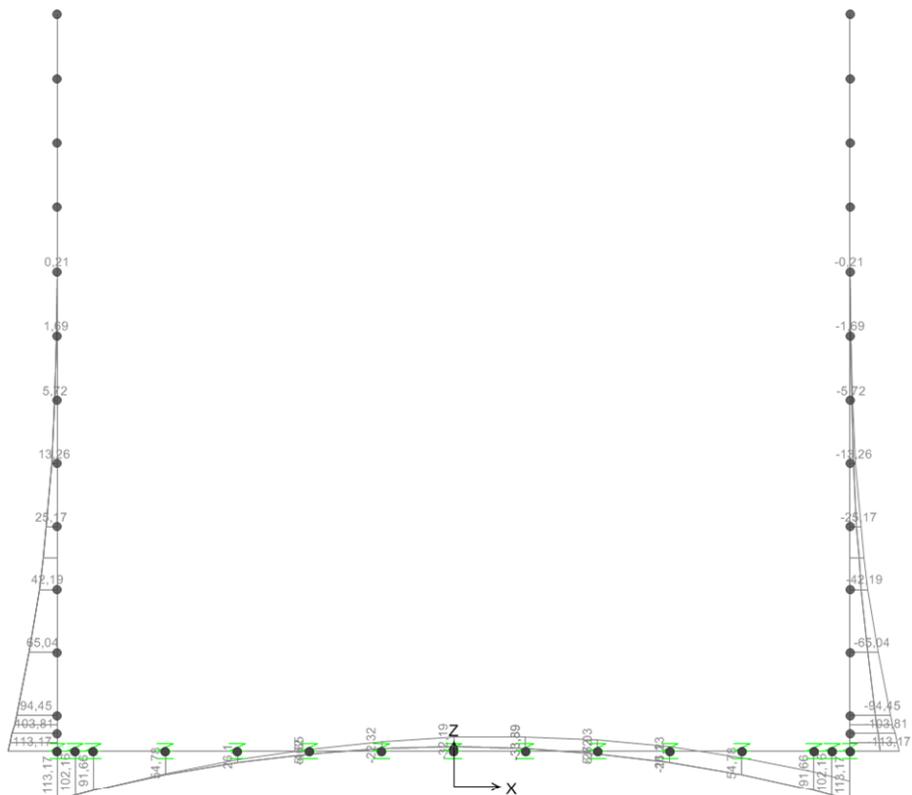


Figura 24 Diagramma momento flettente combinazione Frequente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">109 di 197</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	109 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	109 di 197													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																		

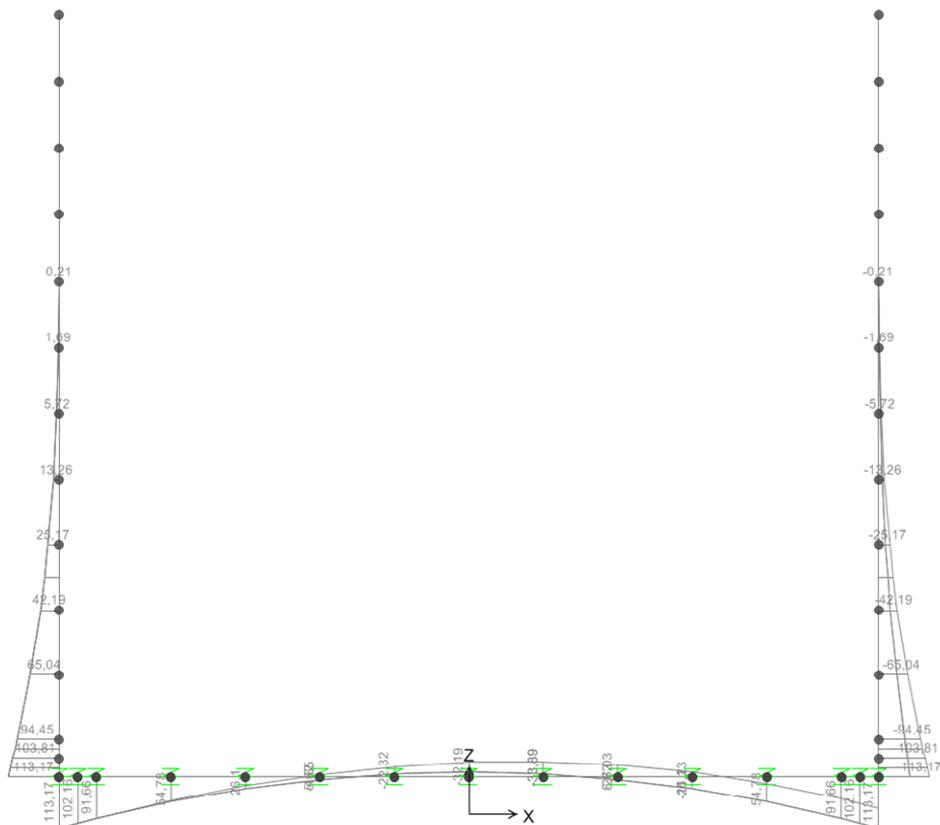
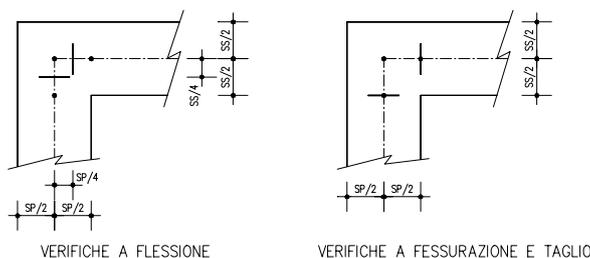


Figura 25 Diagramma momento flettente combinazione Caratteristica

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 110 di 197

9.9 VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Nel presente capitolo si conducono le verifiche strutturali in corrispondenza delle sezioni più sollecitate. Con riferimento alle sezioni di incastro, i valori di sollecitazione flettente e tagliante – utilizzati per le verifiche – sono stati valutati come illustrato nel seguente schema:



Nello specifico l'azione flettente viene ricavata dal modello numerico in corrispondenza della sezione posta a un quarto dello spessore dall'asse dell'elemento finito, l'azione tagliante viene invece valutata in corrispondenza della sezione posta a un mezzo dello spessore dall'asse dell'elemento finito. In via conservativa si trascura l'azione assiale negli elementi orizzontali (soletta di copertura e soletta di fondazione).

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in calcestruzzo inclinato di 30° e staffe verticali, mentre le verifiche in esercizio sono state condotte secondo i criteri seguenti:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta $M_{cr} < M_{Ed}$ la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR, QP e RARA della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili per le strutture in ambiente aggressivo sono:

Le massime aperture ammissibili per le strutture sono:

Ambiente ordinario

- combinazione di carico Frequente: $w_k \leq w_3 = 0.30\text{mm}$
- combinazione di carico Quasi Permanente: $w_k \leq w_2 = 0.20\text{mm}$.

Ambiente aggressivo e molto aggressivo

- combinazione di carico Rara: $w_k \leq w_1 = 0.20\text{mm}$ (per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture)

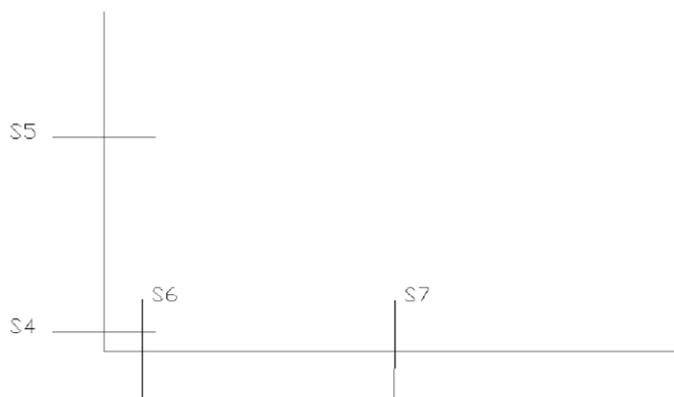
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 111 di 197

Verifica delle tensioni di esercizio: per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, si verifica che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

- per la combinazione di azioni Quasi Permanente si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck}$;
- per la combinazione di azioni Rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0,80 \cdot f_{yk}$.

Per condurre le verifiche strutturali sono stati eseguiti gli involuppi delle azioni interne per tutte le tipologie di combinazioni di carico in precedenza definite; sono state in seguito individuate sei tipologie di sezioni in corrispondenza delle quali sono state valutate le azioni sollecitanti.

Le sei sezioni di cui sopra sono illustrate nel seguente schema:



Con “S4” si indica la sezione di incastro tra il piedritto e la fondazione. Per quanto riguarda la soletta di fondazione, con “S6” si individua la sezione di incastro mentre con “S7” si indica la sezione di massimo momento flettente con fibre tese superiori. Nella seguente tabella si riportano i valori numerici delle azioni maggiormente sollecitanti:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 112 di 197

sez.	SLU			SLE - RARA		SLE - FREQUENTE		SLE - QUASI PERMANENTE	
	M [kNm/m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]
S4	-591.7	-87.9	271	-103.8	-	-103.8	-	-103.8	-
S6	-613.7	-	118	-102	-	-102	-	-102	-
S7	218	-147	169	32.2	-94	32.2	-94	32.2	-94

Poiché derivanti da un involucro, le azioni più gravose (utilizzate nelle verifiche) sono state scelte secondo i criteri seguenti: per quanto concerne le azioni flettenti e le azioni taglianti sono stati scelti i massimi valori assoluti (riportati tuttavia con segno nella tabella soprastante), per le azioni assiali, invece, sono stati selezionati i minimi valori assoluti.

Le convenzioni di segno adottate sono le seguenti: l'azione flettente è negativa se tende le fibre esterne del muro, l'azione tagliante è riportata in valore assoluto, l'azione assiale è negativa se di compressione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 113 di 197

9.9.1 Piedritti

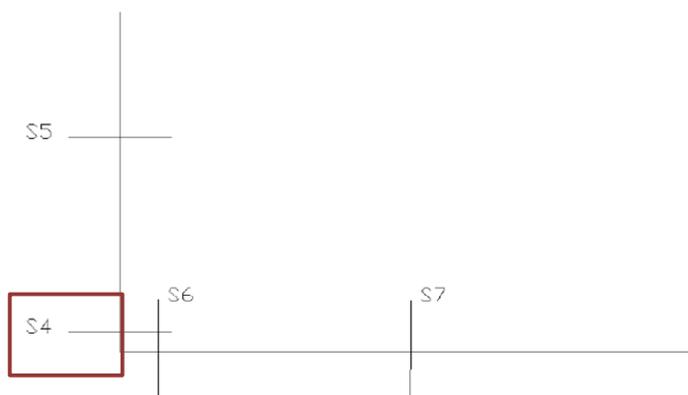
Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	50.0

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 20/10" =	31.42 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.7 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 20/10" =	31.42 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.7 cm
Armatura estradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6 + $\emptyset/2$ =	8.6 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 114 di 197

Sezione di incastro (sez. S4)

Caratteristiche geometriche della sezione

Il piedritto è costituito da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 50 cm e si considera una larghezza unitaria L'armatura interna è costituita da uno strato compresso (intradosso) costituito da $\phi 20/20$ e un secondo strato teso (estradosso) costituito da $\phi 20/10$ e uno strato in sovrapposizione $\phi 20/20$, a taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×20 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda	
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>
	<p>α_{cc} coeff. effetti a lungo termine</p> <p>v coeff. riduzione resistenza bielle</p> <p>α_e =Es/Ec</p> <p>k_t 0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</p> <p>k_1 0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</p> <p>k_2 0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</p> <p>k_3 3,4</p> <p>k_4 0,425</p> <p>σ >0 se di trazione</p> <p>a_l traslazione armatura longitudinale</p>
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>	

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 115 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,6	42,1	37,9
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{s1}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
10	20	7,6	31,42	
5	20	8,6	15,71	
10	20	42,4	31,42	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	10	20	90	3,93

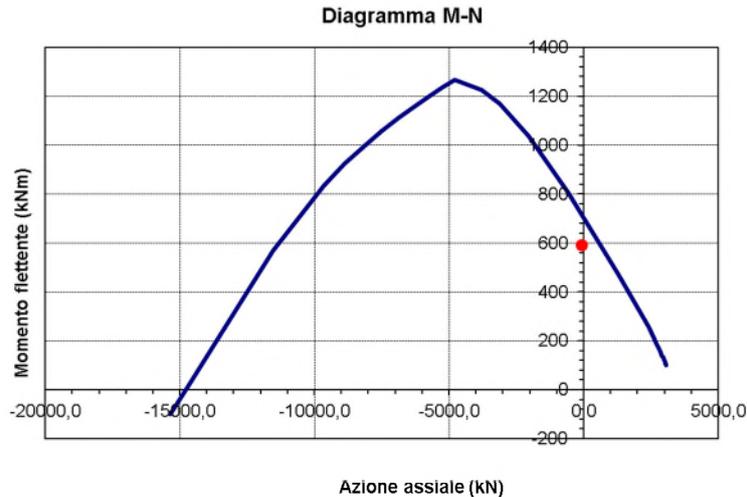
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ϵ_{uk}	67,5 [%]
ν	0,520		
ϵ_{c2}	2,0 [%]		
ϵ_{cu2}	3,5 [%]		
α_e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]
		valori limite	

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-591,70 [kNm]
N _{Ed}	-87,9 [kN]
V _{Ed}	271,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-717,4 [kNm]
FS	1,21
taglio	
V _{Rdc}	197,4 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V _{Rds}	503,8 [kN]
V _{Rdmax}	2093,2 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _l	32,8 [cm]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 116 di 197



Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-103,80 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-144,4 [kNm]
y_n	8,41 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-2,7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-21,6 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	61,9 [MPa]
k_2	0,5
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	- [%]
$s_{r,max}$	- [cm]
w_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-103,80 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-144,4 [kNm]
y_n	8,41 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-2,7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-21,6 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	61,9 [MPa]
k_2	0,5
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	- [%]
$s_{r,max}$	- [cm]
w_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 117 di 197

9.9.2 Soletta inferiore

Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	50

Sezione di mezzeria:

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.6 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.6 cm
Armatura estradosso o, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/40" =	7.45 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6 + $\emptyset/2$ =	8.6 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------

Armatura agli appoggi:

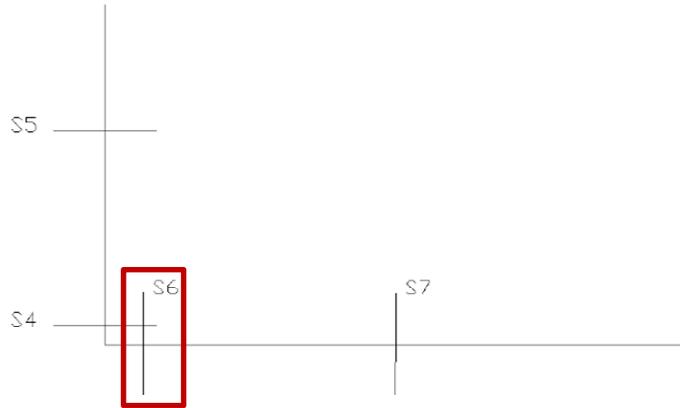
Armatura estradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 20/10" =	31.42 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm

Armatura intradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 20/10" =	31.42 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.6 + $\emptyset/2$	7.6 cm
Armatura intradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 20/20" =	15.71 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.6 + $\emptyset/2$ =	8.6 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 16/20" =	10.05 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	-----------------------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 118 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione.



Sezione di incastro (sez.S6)

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di fondazione è costituita da un calcestruzzo di classe Rck35, ha uno spessore di 80 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 20/10$ mentre l'armatura inferiore è costituita invece da uno strato di $\phi 20/10$ e da un secondo strato costituito da $\phi 20/20$. A taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×40 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																																									
	<table border="0"> <tr> <td>d</td> <td>riferito all'asse barra</td> <td>α_{cc}</td> <td>coeff. effetti a lungo termine</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>copriferro netto</td> <td>v</td> <td>coeff. riduzione resistenza bielle</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>>0, se tese fibre inferiori</td> <td>α_e</td> <td>=E_s/E_c</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>>0, se di trazione</td> <td>k_t</td> <td>0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>in valore assoluto</td> <td>k_1</td> <td>0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>k_2</td> <td>0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>k_3</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>k_4</td> <td>0,425</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>σ</td> <td>>0 se di trazione</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>al</td> <td>traslazione armatura longitudinale</td> </tr> </table>	d	riferito all'asse barra	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	c	copriferro netto	v	coeff. riduzione resistenza bielle	M	>0, se tese fibre inferiori	α_e	= E_s/E_c	N	>0, se di trazione	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	V	in valore assoluto	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce			k_2	0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura			k_3	3,4			k_4	0,425			σ	>0 se di trazione			al	traslazione armatura longitudinale
d	riferito all'asse barra	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																																						
c	copriferro netto	v	coeff. riduzione resistenza bielle																																						
M	>0, se tese fibre inferiori	α_e	= E_s/E_c																																						
N	>0, se di trazione	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																																						
V	in valore assoluto	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																																						
		k_2	0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura																																						
		k_3	3,4																																						
		k_4	0,425																																						
		σ	>0 se di trazione																																						
		al	traslazione armatura longitudinale																																						
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>																																									

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 119 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,6	42,1	37,9
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{s1}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
10	20	7,6	31,42	
5	20	8,6	15,71	
10	20	42,4	31,42	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

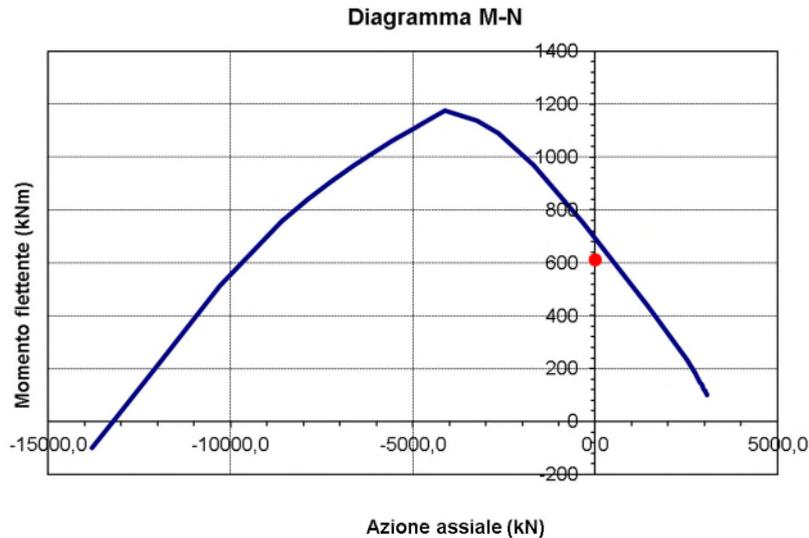
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	21,5 [MPa]	ϵ_{uk}	67,5 [%]
ν	0,530		
ϵ_{c2}	2,0 [%]		
ϵ_{cu2}	3,5 [%]		
α_e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	13,1 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	w _{k,lim}	0,2 [mm]
valori limite			

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-613,70 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	118,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-694,3 [kNm]
FS	1,13
taglio	
V _{Rdc}	174,3 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	251,9 [kN]
V _{Rdmax}	1866,6 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	duttile
a _l	42,1 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 120 di 197



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante.

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M _{Ed}	-102,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	0,0 [kNm]
M _{cr}	-132,1 [kNm]
γ _n	8,41 [cm]
σ _{c,min}	-2,6 [MPa]
σ _{s,min}	-21,2 [MPa]
σ _{s,max}	60,8 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm} -ε _{cm}	- [%]
s _{r,max}	- [cm]
w _k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M _{Ed}	-102,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	0,0 [kNm]
M _{cr}	-132,1 [kNm]
γ _n	8,41 [cm]
σ _{c,min}	-2,6 [MPa]
σ _{s,min}	-21,2 [MPa]
σ _{s,max}	60,8 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm} -ε _{cm}	- [%]
s _{r,max}	- [cm]
w _k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 121 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

Sezione di mezzeria (sez. S7):

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di fondazione è costituita da un calcestruzzo di classe Rck35, ha uno spessore di 80 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 20/20$, e da un secondo strato costituito $\phi 20/40$. L'armatura inferiore è costituita da uno strato di $\phi 20/20$. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.6 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																					
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">α_{cc}</td><td style="padding: 2px;">coeff. effetti a lungo termine</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">ν</td><td style="padding: 2px;">coeff. riduzione resistenza bielle</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">α_e</td><td style="padding: 2px;">$=E_s/E_c$</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_t</td><td style="padding: 2px;">0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_1</td><td style="padding: 2px;">0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_2</td><td style="padding: 2px;">0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_3</td><td style="padding: 2px;">3,4</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">k_4</td><td style="padding: 2px;">0,425</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">σ</td><td style="padding: 2px;">>0 se di trazione</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">a_l</td><td style="padding: 2px;">traslazione armatura longitudinale</td></tr> </table>	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	ν	coeff. riduzione resistenza bielle	α_e	$=E_s/E_c$	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce	k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura	k_3	3,4	k_4	0,425	σ	>0 se di trazione	a_l	traslazione armatura longitudinale
α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																				
ν	coeff. riduzione resistenza bielle																				
α_e	$=E_s/E_c$																				
k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																				
k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																				
k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura																				
k_3	3,4																				
k_4	0,425																				
σ	>0 se di trazione																				
a_l	traslazione armatura longitudinale																				
<p>A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement</p>																					

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 122 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,6	42,4	38,2
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A _{s1}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	20	7,6	15,71	
2,5	20	42,4	7,85	
5	20	42,4	15,71	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A _{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

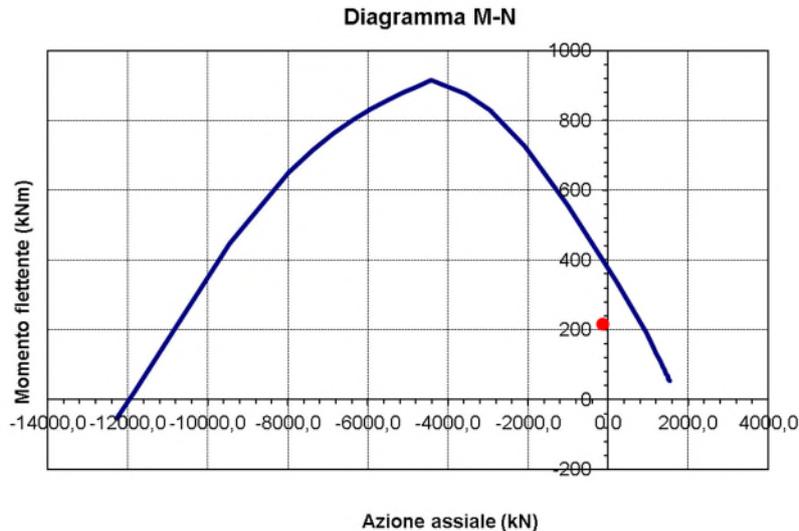
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	21,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
ν	0,530		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	13,1 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]
valori limite			

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	218,00 [kNm]
N _{Ed}	-147 [kN]
V _{Ed}	169,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	401,4 [kNm]
FS	1,84
taglio	
V _{Rdc}	193,9 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	253,9 [kN]
V _{Rdmax}	1881,4 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	duttile
a _l	42,4 [cm]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 123 di 197



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante.

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M _{Ek}	32,30 [kNm]
N _{Ek}	-94 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	8,0 [kNm]
M _{cr}	123,7 [kNm]
γ _n	-4,36 [cm]
σ _{c,min}	-1,2 [MPa]
σ _{s,min}	-11,0 [MPa]
σ _{s,max}	18,4 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm-ε_{cm}}	- [%]
s _{r,max}	- [cm]
w _k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M _{Ek}	32,30 [kNm]
N _{Ek}	-94 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	8,0 [kNm]
M _{cr}	123,7 [kNm]
γ _n	-4,36 [cm]
σ _{c,min}	-1,2 [MPa]
σ _{s,min}	-11,0 [MPa]
σ _{s,max}	18,4 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm-ε_{cm}}	- [%]
s _{r,max}	- [cm]
w _k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

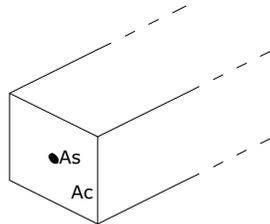
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 124 di 197

9.10 VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO

Vengono discussi brevemente gli effetti dovuti al ritiro nel calcestruzzo che provocando stati interni di coazione con l'armatura. Scopo della trattazione è quello di verificare l'armatura minima longitudinale nella soletta superiore dello scatolare.

9.10.1 Coazioni interne longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

Per il calcolo delle coazioni interne dovute ai fenomeni di ritiro si consideri una sezione di area unitaria A_c con un'unica barra di armatura di area A_s come rappresentato nell'immagine sottostante:



Si assumono le seguenti ipotesi:

- perfetta aderenza tra calcestruzzo ed acciaio;
- deformata piana della sezione in calcestruzzo;
- comportamento del calcestruzzo e dell'acciaio elastico e lineare,

Le equazioni di equilibrio, congruenza e legame dell'insieme calcestruzzo + acciaio che governano il fenomeno sono:

- $N_c + N_s = 0$ (equazione di equilibrio)
- $\epsilon_r = \epsilon_s - \epsilon_c$ (equazione di congruenza)
- $N_c = A_c \sigma_c = A_c E_c \epsilon_c$ (equazione legame costitutivo del calcestruzzo)
- $N_s = A_s \sigma_s = A_s E_s \epsilon_s$ (equazione legame costitutivo dell'acciaio)

Sostituendo le equazioni di legame in quella di equilibrio ed esprimendo la deformazione del calcestruzzo in funzione di quella dell'acciaio si ha:

$$N_s = - N_c = A_s E_s A_c E_c \epsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c)$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 125 di 197

Il comportamento viscoso del calcestruzzo viene considerato attraverso l'abbattimento del modulo elastico, pertanto è necessario sostituire il valore di E_c con E_c^* . La tensione sull'acciaio e sul calcestruzzo risultano quindi pari a:

$$\sigma_s = A_c E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

$$\sigma_c = -A_s E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

9.10.2 Calcolo delle sollecitazioni longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari $H/2 = 25$ cm, ed un calcestruzzo C32/40, classe N.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$H = 50 \text{ cm}$$

$$A_{s, \text{long}} = 1+1\phi 16/20 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 33642 \text{ N/mm}^2$$

Deformazione da ritiro:

$$U.R. = 75\%$$

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2,5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 40 - 10) \times 10^{-6} = 0.06225 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = k_h * \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.319 \text{ ‰} = 0.223 \text{ ‰} \text{ (per } h_0 > 500 \text{ mm, calcestruzzo C32/40 classe N, U.R.=75\%)}$$

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = \mathbf{0.285 \text{ ‰}}$$

A favore di sicurezza, si assume comunque una deformazione $\varepsilon_r = \mathbf{0.400 \text{ ‰}}$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t = \infty) = 1.6$. Il modulo elastico ridotto del calcestruzzo risulta quindi pari a:

$$E_c^* = E_c / (1 + \phi) = 12939,53 \text{ N/mm}^2$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 126 di 197

Tensioni nei materiali:

$$\sigma_s = \frac{(350 * 1000) * 12939.53 * (210000 * 0.00040)}{(2010 * 210000) + (350 * 1000) * 12939.53} = 74,30 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_c = \frac{2010 * 12939.53 * (210000 * 0.00040)}{(2010 * 210000) + (350 * 1000) * 12939.53} = 0,60 \frac{N}{mm^2}$$

La sollecitazione sul calcestruzzo risulta molto inferiore rispetto alla resistenza a trazione e quindi non porta a fessurazione il calcestruzzo; la sollecitazione sull'acciaio risulta modesta ed accettabile per le normali condizioni di esercizio della struttura.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 127 di 197

10. TOMBINO SCATOLARE – IN03 – IN07

10.1 INQUADRAMENTO GENERALE

I Tombini scatoari sono situati nei pressi della nuova fermata Apice alla progressiva Km. 17+749 (IN03) nel tratto FV02 e Km 18+080 (IN07) le cui dimensioni di progetto derivano dallo studio idraulico delle portate ad essi afferenti. La verifica strutturale dei tombini viene sviluppata in un'unica trattazione per via dell'esatta corrispondenza delle condizioni al contorno delle opere.

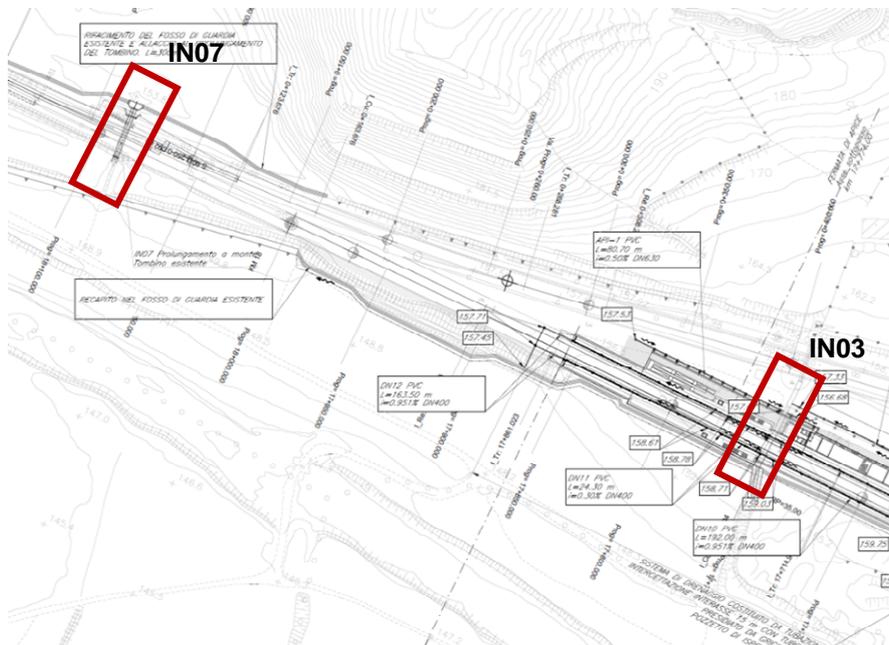
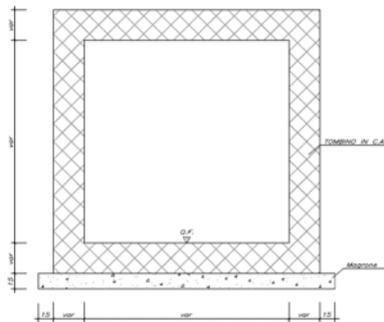


Figura 26 Inquadramento dei tombini scatoari



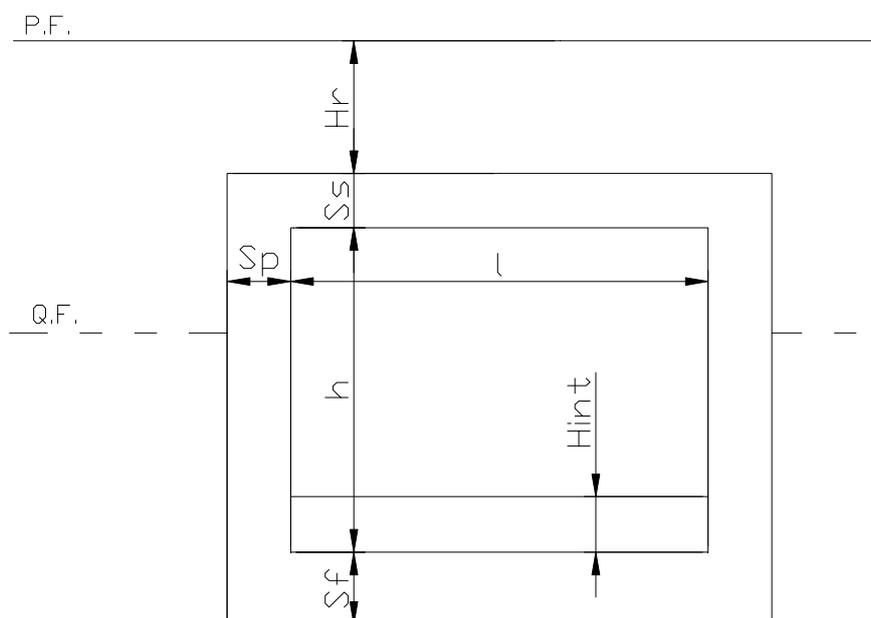
IN03	17+750	Scatoiare	2.00X2.00	154.30	153.90	43.0	0.009	160.07	3.47	IFOG01D11P8ID0002003B
IN07	18+100	Scatoiare	2.00X2.00	152.07	152.03	5.0	0.008	158.00	3.45	IFOG01D11P7ID0002010B

Figura 27 Sezione trasversale del tombino

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 128 di 197

10.2 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La sezione presa di riferimento per il calcolo è cautelativamente quella sottostante a due binari con un interasse di 4 m, ed in particolare del tombino IN03. Per la presenza di due binari di marcia ravvicinati, tutti i carichi provenienti dal carico ferroviario vengono raddoppiati. Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della struttura IN03:



Dimensioni geometriche (sezione in retto):

- $l = 2,00$ m
- $h = 2,00$ m
- $S_s = 0,50$ m
- $S_f = 0,50$ m
- $S_p = 0,50$ m
- $H_r = 3,60$ m (2,80 m + 0,80 m di rilevato ferroviario [ballast])
- P.F. = quota Piano Ferro (a 3,60 m sopra l'estradosso della soletta superiore)
- Q.F. = quota falda, minore della quota fondo scatolare.

La falda è al di sotto del piano di fondazione dello scatolare e pertanto non influenza il dimensionamento dell'opera.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 129 di 197

10.3 MODELLAZIONE STRUTTURALE

10.3.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un software ad elementi finiti (SAP2000), i setti in c.a. sono stati schematizzati con elementi "beam" mutuamente incastrati, con riferimento ad una larghezza unitaria della struttura; pertanto il calcolo viene condotto come un telaio piano.

10.3.2 Modellazione adottata

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti, assumendo uno schema statico di telaio chiuso.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso alla teoria delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- K_s = costante di sottofondo [F/L³]
- b_t = interasse trasversale di competenza della generica molla
- b_l = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1,00 m)
- $W_s = K_s (b_t \times b_l)$ = caratteristica elastica della generica molla

La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è calcolata come segue:

$$k_s = \frac{p}{s}$$

Dove:

- p = è la pressione della struttura esercitata sul terreno;
- s = è il cedimento corrispondente, calcolato come: $s = K_r \cdot \sum_i \frac{\Delta\sigma_{vi} \cdot \Delta H_i}{E_i}$

dove: E = modulo elastico strato terreno;

H = altezza dello strato del terreno;

σ_v = tensione verticale corrispondente;

K_r = coefficiente di rigidità della fondazione.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 130 di 197

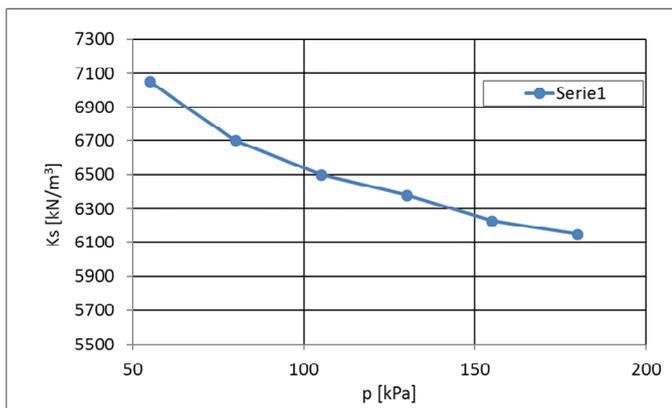
Le stratigrafie del terreno nelle porzioni interessate dagli scatolari presentano differenti stratificazioni, in particolare nei primi 10 m. :

- *IN03_1° strato*: ALL1_A | H = 10,00 m. | $E_{op2} = 15$ Mpa
- *2° strato*: ALL3_G | H = >20,00 m. | $E_{op2} = 45.5$ Mpa

Di seguito viene riportata la tabella con la quale è stato ottenuto il valore di K_s :

<i>larghezza della fondazione</i>	B	2,9	[m]
<i>pressione media in fondazione</i>	q	105,0	[kPa]
<i>coefficiente di Poisson</i>	ν	0,30	[-]
<i>passo di calcolo</i>	Δz	0,5	[m]
<i>quota della falda</i>	z_w	3,0	[m]
<i>peso acqua</i>	γ_w	10,0	[kN/m ³]
<i>peso terreno</i>	γ	20,0	[kN/m ³]
<i>peso del terreno immerso</i>	γ'	12,0	[kN/m ³]
<i>coefficiente di rigidità della fondazione</i>	k_r	0,85	[-]
<i>limite dell'incremento</i>	α	0,10	[-]
<i>profondità del piano di posa</i>	z_i	0,00	[m]
<i>cedimento in asse</i>	w	16,17	[mm]
<i>costante di sottofondo</i>	$k_s = p/w$	6500	[kN/m ³]

Inoltre, è stata condotta un'analisi parametrica del valore di K_s per ottenere il valore più congruo e omogeneo, al variare della pressione esercitata dalla struttura sul terreno sottostante. È stato ottenuto come valore più corretto da applicare al modello: **$K_s = 6500$ kN/m³**

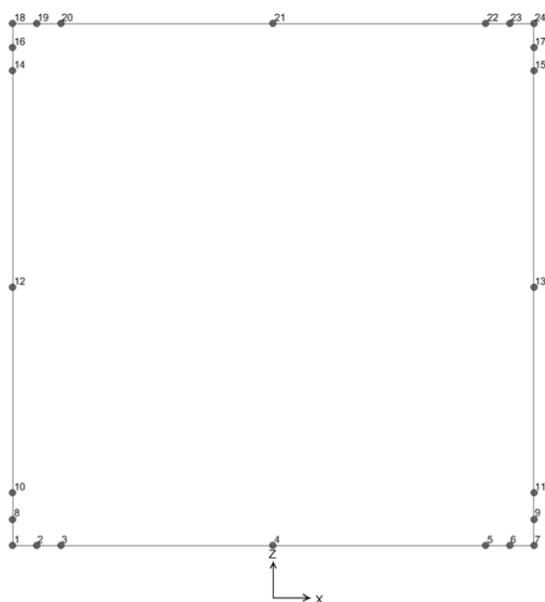


P [kPa]	K_s [kN/m ³]
55	7050
80	6700
105	6500
130	6380
155	6230
180	6150

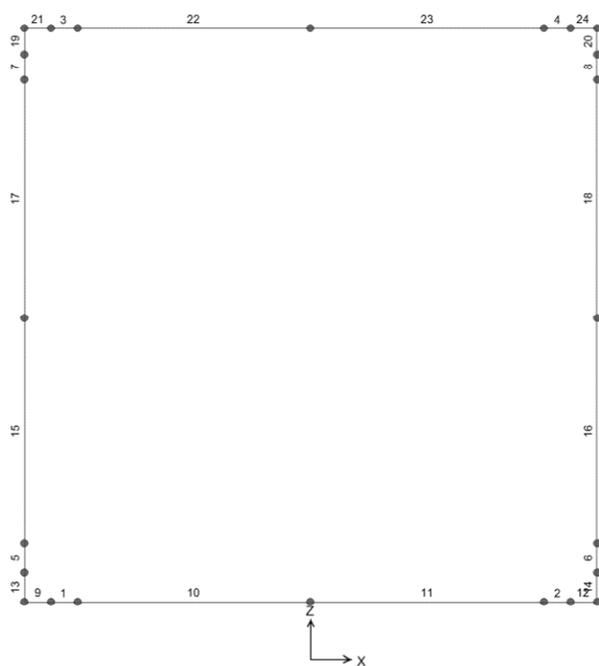
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 20%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">131 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	131 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	131 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle seguenti figure.

Numerazione dei nodi



Numerazione delle aste



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 132 di 197

10.4 ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Condizioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato: $\gamma_{ril} = 20 \text{ kN/m}^3$
- sovrastruttura ferroviaria: $\gamma_{ric} = 24 \text{ kN/m}^3$
- massicciata + armamento: $\gamma_{ballast} = 18 \text{ kN/m}^3$

10.4.1 Peso proprio strutture (g_1)

- soletta superiore $S_s \times \gamma_{c.a.} = 0,45 \times 25,00 = 11,25 \text{ kN/m}^2$
- piedritti $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0,45 \times 25,00 = 11,25 \text{ kN/m}^2$
- soletta inferiore $S_i \times \gamma_{c.a.} = 0,50 \times 25,00 = 12,50 \text{ kN/m}^2$

10.4.2 Carichi permanenti portati (g_{2-1} e g_{2-2})

Si considera che il ballast abbia uno spessore pari a 80 cm.

g2-1 (sovraccarico ad esclusione del ballast ed armamento):

- peso sub ballast $(H_s) \cdot \gamma_s = 0,12 \cdot 20,0 = 2,4 \text{ kN/m}^2$
 - peso super compattato $(H_c) \cdot \gamma_s = 0,30 \cdot 20,0 = 6,0 \text{ kN/m}^2$
 - peso rilevato $(H_r) \cdot \gamma_s = 2,32 \cdot 20,0 = 46,4 \text{ kN/m}^2$
 - peso massetto $(H_m) \cdot \gamma_s = 0,05 \cdot 24 = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Tot. = 56,00 kN/m²

g2-2 (peso proprio del ballast):

- peso ballast + armamento $H_{ballast} \cdot \gamma_{ballast} = 0,80 \cdot 18,0 = 14,40 \text{ kN/m}^2$

10.4.3 Spinta del terreno (g_{3-1} , g_{3-2} , g_{3-3} , e g_{3-4})

Nella definizione delle azioni elementari è stata indicata con g_{3-1} la spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro, con g_{3-2} la spinta a riposo del terreno sul piedritto destro, con g_{3-3} la spinta attiva del terreno sul piedritto sinistro e con g_{3-4} la spinta attiva del terreno sul piedritto destro; le quattro azioni elementari sopra citate sono state opportunamente combinate tra loro. Come dichiarato sopra, la falda non interessa lo scatolare quindi non influenza il calcolo delle spinte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 133 di 197

I calcoli sono stati condotti caratterizzando il terreno con i parametri illustrati in precedenza.

Si riportano nel seguito i coefficienti di spinta attiva e di spinta a riposo ottenuti nell'ambito della valutazione degli effetti del terreno circostante sulla struttura in oggetto:

$$\text{STR:} \quad \phi'_{M1} = 38^\circ \quad \Rightarrow k_0 = 0.384 \text{ e } k_a = 0.238$$

$$\text{GEO:} \quad \phi'_{M2} = 32^\circ \quad \Rightarrow k_0 = 0.470 \text{ e } k_a = 0.307$$

Il calcolo della pressione viene calcolata al variare della profondità z e considerando anche l'eventuale presenza della falda alla quota z₀.

La spinta verticale σ_v del terreno viene calcolata con l'espressione generale:

$$\sigma_v = \gamma_t \cdot z_0 + \gamma'_t \cdot (z - z_0) + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Analogamente si ricavano i valori delle spinte orizzontali per i diversi coefficienti di spinta, per ciascuna condizione di carico ed alle profondità di riferimento.

Approccio 1 – Combinazione 1

$$\sigma_{h0} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{0,M1} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{0,M1} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

$$\sigma_{ha} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{a,M1} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{a,M1} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Approccio 1 – Combinazione 2

$$\sigma_{h0} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{0,M2} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{0,M2} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

$$\sigma_{ha} = \gamma_t \cdot z_0 \cdot k_{a,M2} + \gamma'_t \cdot (z - z_0) \cdot k_{a,M2} + \gamma_w \cdot (z - z_0)$$

Si riportano nella seguente tabella i valori delle pressioni orizzontali agenti sulla struttura, valutati sia per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) che per la Combinazione 2 (A2+M2+R2):

			str	str	geo	geo
	z	σ_v	σ_{h0}	σ_{ha}	σ_{h0_M2}	σ_{ha_M2}
posizione	[m]	[kN/m ²]				
asse di copertura	3,825	74,90	28,8	17,8	35,2	23,0
intradosso copertura	4,05	79,40	30,5	18,9	37,3	24,4
h/2	5,05	99,40	38,2	23,6	46,7	30,5
intradosso fondazione	6,05	119,40	45,9	28,4	56,1	36,7
asse fondazione	6,30	124,40	47,8	29,6	58,5	38,2

Tabella 5 – Valori delle pressioni orizzontali sui piedritti

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori delle pressioni orizzontali agenti sui piedritti negli scenari di spinta attiva e di spinta a riposo; le rispettive posizioni sono indicate in tabella.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 134 di 197

10.4.4 Idrostatica (g₂₋₅)

La quota della falda di progetto è assunta a quota +326 m s.l.m., non è quindi interferente con il manufatto in oggetto.

10.4.5 Ritiro (er)

Si considera il ritiro differenziale tra la soletta superiore e il resto della struttura, sulla quale a favore di sicurezza si considerano già scontate le deformazioni lente. La deformazione da ritiro viene valutata come previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/08) al § 11.2.10.6.

L'azione viene applicata come variazione termica negativa equivalente.

La deformazione totale da ritiro è pari a:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

dove:

$$\epsilon_{cd} = k_h \cdot \epsilon_{c0}$$

è la deformazione per ritiro da essiccamento

$$\epsilon_{ca} = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad \text{con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2 \quad \text{è la deformazione per ritiro autogeno}$$

umidità relativa media del sito	$u_R = 75 \%$
resistenza caratteristica	$f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$
area sezione calcestruzzo	$A_c = 1.305 \text{ m}^2$
perimetro esposto	$u = 5.80 \text{ m}$
dimensione fittizia	$h_0 = 0.45 \text{ m}$
coefficiente	$k_h = 0.71$
deformazione effettiva	$\epsilon_{c0} = -0.319 \text{ ‰}$
ritiro da essiccamento	$\epsilon_{cd, \infty} = -0.227 \text{ ‰} +$
deformazione per ritiro autogeno	$\epsilon_{ca, \infty} = -0.045 \text{ ‰} =$
ritiro totale	$\epsilon_{cs} = -0.272 \text{ ‰}$

variazione termica equivalente

coeff. espansione termica	$\alpha = 0.00001$ norma Tabella 3.5.III
variazione termica $\Delta T = \epsilon_{cs} / \alpha$	$\Delta T = -9.41 \text{ } ^\circ\text{C}$
comportamento viscoso cls	$\phi = 1.89$ norma Tabella 11.2.VI
variazione termica applicata	$\Delta T = -9.41 \text{ } ^\circ\text{C}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 135 di 197

10.4.6 Azioni variabili verticali (treni di carico – q_{11} , q_{12} , q_{13} e q_{21} , q_{22} , q_{23})

Si sono considerati i carichi stabiliti convenzionalmente dalla normativa specifica per il calcolo dei ponti ferroviari (§5.2.2.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018). I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico; in particolare, sono definiti tre treni di carico distinti:

- carico rappresentativo del traffico normale (Treno di carico LM71);
- carico rappresentativo del traffico pesante (Treno di carico SW);
- treno di carico scarico.

Tutti i valori dei carichi suddetti sono stati moltiplicati per un coefficiente di adattamento “ α ”, variabile in ragione della tipologia dell’infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

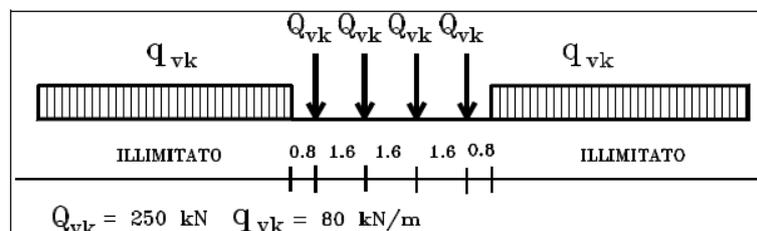
Modello di carico	Coefficiente “ α ”	
	Ponti cat. “A”	Ponti cat. “B”
LM71	1.1	0.83
SW/0	1.1	0.83
SW/2	1.0	0.83

Tabella 6 – Coefficiente di adattamento “ α ” in funzione del modello e della categoria del ponte (p.to 1.4.1.1 delle Istruzioni FF.SS. n° IG.ST/970012/F)

Per l’opera in oggetto si considera la colonna relativa ai ponti di categoria “A”.

Treno LM71

Come riportato al §5.2.2.3.1.1 delle norme tecniche, questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale come mostrato nella seguente figura:



Treno di carico LM71

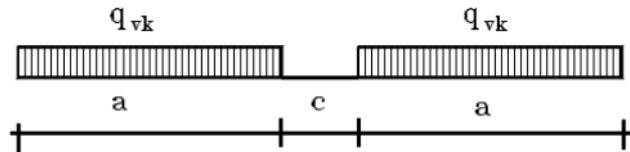
Carico Q_{vk} : quattro assi ad interasse di 1.60 m: 250 kN

Carico q_{vk} : carico distribuito: 80 kN/m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 136 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

Treno di carico SW

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. L'articolazione del carico è mostrata nella seguente illustrazione e, per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2 (l'SW/0 va considerato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71).



Nella seguente tabella si elencano le caratteristiche dei treni di carico SW/0 e SW/2:

Treno di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Tabella 7 – caratteristiche geometriche dei treni di carico

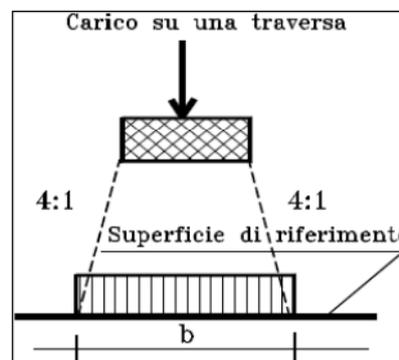
Nel calcolo si adotta SW/2 poiché più gravoso.

Treno scarico

Per alcune particolari verifiche è utilizzato un particolare treno di carico chiamato "Treno Scarico" rappresentato da un carico uniformemente distribuito pari a 10.0 kN/m.

Distribuzione longitudinale del carico per mezzo delle traverse e del ballast

In accordo con quanto indicato nella vigente normativa, la distribuzione longitudinale del carico assiale al di sotto delle traverse che è stata utilizzata nel calcolo è illustrata nel seguente schema, ove per superficie di riferimento è da intendersi la superficie di appoggio del ballast.



Distribuzione longitudinale del carico assiale sotto le traverse

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 137 di 197

Per quanto concerne la diffusione del carico nei materiali in questione, sono stati adottati i seguenti accorgimenti: nel rilevato il carico si diffonde secondo un angolo di 38° e per le solette potrà considerarsi una ripartizione a 45° dalla superficie di estradosso fino al piano medio delle stesse.

Considerazioni geometriche

Il carico variabile ferroviario va considerato diffuso su una superficie dipendente dalle geometrie del rilevato e della struttura; l'area in questione è pari a:

$$A_{diff} = B_L \cdot B_T$$

Si indica con B_T la larghezza di diffusione del carico trasversale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura e con B_L la lunghezza di diffusione del carico longitudinale dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura. Assumendo che la diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ballast, con un angolo di 33° nel terreno di ricoprimento e con un angolo di 45° lungo le strutture in c.a., si ottiene, considerando la larghezza della

traversina

$L_{travers} = 2,40$ m:

$$B_T = L_{travers} + 2 \cdot [H_{ballast}/4 + H_{ril} \cdot \tan(33^\circ) + Ss/2]$$

Partendo da sotto la traversina fino a giungere all'estradosso della soletta di copertura la stratigrafia è la seguente:

- 80 cm di ballast;
- 280 cm di terreno di riempimento;

Quindi si ha che:

$$[H_{ballast}/4 + H_{riem} \cdot \tan(33^\circ) + Ss/2] = 0,2 + 1,81 + 0,225 = 2,24 \text{ m}$$

Poiché le diffusioni del carico agente sui due binari non possono sovrapporsi il termine B_T viene valutato nel seguente modo:

$$B_T = 2,40 + 2 \cdot (2,24) = 6,88 \text{ m}$$

La lunghezza di ripartizione longitudinale (B_L) risulta maggiore dell'interasse delle traverse; si considera quindi un'unica impronta di carico di lunghezza pari a:

$$B_L = 1,60 \times 4 = 6,40 \text{ m.}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 138 di 197

10.4.7 Azioni verticali causate da traffico ferroviario – treno di carico LM71 (q₁₁)

In base alle considerazioni geometriche formulate in precedenza, le forze concentrate Q_{VK} possono essere considerate come un carico q_{equi} distribuito lungo B_L:

$$q_{equi} = 250 \cdot 4 / (6.40) = 156.25 \text{ kN/m}$$

distribuendo poi il carico così trovato sulla larghezza di diffusione del carico trasversale e tenendo in conto del coefficiente di adattamento e del coefficiente d'incremento dinamico, il carico distribuito considerato per le azioni di traffico ferroviario è pari a:

(carico raddoppiato, data l'interferenza dei due binari)

$$q_{11} = 2 * (1,1 * 1,35 * \frac{4 * 250 \text{ kN}}{6,88 \text{ m} * 6,4 \text{ m}}) = 67,45 \text{ kN/m}^2$$

10.4.8 Azioni verticali causate da traffico ferroviario – treno di carico SW/2 (q₂₁)

In base alle considerazioni geometriche formulate in precedenza, il carico q_{VK} in questione si distribuisce sulla larghezza di diffusione del carico trasversale; il carico distribuito considerato per la valutazione delle azioni di traffico ferroviario è pari a:

$$q_{21} = 2 * (1,0 * 1,35 * \frac{150 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{6,88 \text{ m}}) = 58,87 \text{ kN/m}^2$$

10.4.9 Azioni orizzontali traffico ferroviario – treni di carico LM71 (q₁₂) e SW/2 (q₂₂)

I sovraccarichi indotti sul terreno dal traffico ferroviario si traducono anche in incrementi di pressioni orizzontali sulle pareti verticali del tombino in ragione del coefficiente di spinta a riposo. In via conservativa tali incrementi di azioni orizzontali sono stati considerati come una distribuzione di carico uniforme agente su tutto lo sviluppo verticale delle suddette pareti. La pressione verticale di riferimento utilizzata è pari al sovraccarico di azioni verticali indotto dal traffico ferroviario valutato in precedenza per i due differenti treni di carico. In particolare, per i treni di carico in analisi, si ottengono le seguenti pressioni verticali e orizzontali:

	Treno - LM71		Treno - SW/2	
	σ _v [kN/m ²]	σ _{h0} [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	σ _{h0} [kN/m ²]
asse di copertura	43,55	16,74	41,81	16,07
intradosso copertura	41,82	16,07	40,15	15,43
h/2	35,56	13,67	34,14	13,12
intradosso fondazione	30,93	11,89	29,70	11,41
asse fondazione	29,96	11,51	28,76	11,05

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 139 di 197

10.4.10 Azioni da avviamento/frenatura – treni di carico LM71 (q₁₃) e SW/2 (q₂₃)

I sovraccarichi orizzontali causati dall'avviamento/frenatura sulla copertura del tombino ferroviario sono stati trattati come delle azioni distribuite orizzontali agenti in corrispondenza dell'asse medio della copertura stessa. Analogamente con quanto fatto per i carichi verticali, tali azioni sono state ripartite su una larghezza opportuna valutata secondo i criteri sopra esposti; in particolare per i treno di carico LM71 e SW/2 si ottiene un carico distribuito pari a:

larghezza scatolare $L_{scat} = 2,9$ m

larghezza modello $L_{mod} = 2,45$ m

lunghezza di calcolo $L_{calc} = 6,88$ m

Treno LM 71

avviamento	$F_h =$	33	kN/m
forza diffusa	$f_h =$	6,25	kN/m

Treno SW/2

frenatura	$F_h =$	35	kN/m
forza diffusa	$f_h =$	6,62	kN/m

10.4.11 Serpeggio (q₁₄ – q₂₄)

Il serpeggio è considerato come un carico uniformemente distribuito sulla soletta superiore, proiettato in direzione trasversale al sottopasso:

$$q_{serp} = \alpha \cdot Q_{sk} \cdot \text{sen}(t) / L_{scat}$$

Come già dichiarato, la struttura viene calcolata come fosse in retto rispetto all'asse ferroviario. Essendo la sezione di calcolo ortogonale all'asse del sottopasso, la forza relativa al serpeggio, perpendicolare al binario, risulta ortogonale al piano del telaio di calcolo: essa non dà perciò effetti nel modello e non viene quindi quantificata.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 140 di 197

10.5 CARICHI SISMICI (S₁-S₂-S₃-S₄)

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "C", la categoria topografica è "T1". Essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m , assume valore unitario.

L'azione sismica viene valutata come:

- incremento di spinta laterale agente asimmetricamente (s1)
- inerzia del terreno in testa allo scatolare (s2) - assente
- inerzia della struttura (s3)
- inerzia del sovraccarico ferroviario (s4)

In tutti i casi viene considerata trascurabile la componente verticale del sisma. Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NTC § 7.11.6.2.1 e EC8-5 § 7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h^2$$

Si precisa che S, prodotto tra S_S e S_T, è pari a:

$$S = S_S \cdot S_T = 1.18 \cdot 1.0 = 1.18$$

componente orizzontale

accelerazione massima del sito: $a_{max} = S \cdot a_g = 1.18 \cdot 0.380 \text{ g}$

coefficiente di riduzione $\beta_m = 1.0$

coefficiente sismico orizzontale $k_h = 0.448 \text{ g}$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 141 di 197

10.5.1 incremento sismico spinta delle terre (s1)

altezza del rilevato sismicamente attivo	$H_{\text{sism}} = 2,95 \text{ m}$
peso specifico equivalente del rilevato	$\gamma_{\text{rilevato}} = 19,60 \text{ kN/m}^3$
incremento sismico $k_h \cdot \gamma_{\text{rilevato}} \cdot H^2 =$	$F_{\text{sism}} = 76,48 \text{ kN/m}$
pressione sullo scatolare $F_{\text{sism}}/H_{\text{scat}} =$	$p_{\text{sism}} = \mathbf{25.93 \text{ kN/m}^2}$
risultante applicata soletta superiore	$F_{\text{sism,sup}} = \mathbf{11.67 \text{ kN/m}}$
risultante applicata soletta inferiore	$F_{\text{sism,inf}} = \mathbf{12.96 \text{ kN/m}}$

10.5.2 inerzia carichi permanenti (s2)

peso totale permanenti sopra scatolare	$P_{\text{tot,perm}} = 208,8 \text{ kN/m}$
inerzia carichi permanenti	$I_{\text{tot,perm}} = 93,63 \text{ kN/m}$
carico distribuito	$f_{i,\text{perm}} = \mathbf{38.21 \text{ kN/m}^2}$

10.5.3 inerzia struttura (s3)

peso proprio soletta superiore	$\gamma_{1,\text{sup}} = 11,25 \text{ kN/m}^2$
peso proprio piedritti	$\gamma_{1,\text{piedritti}} = 11,25 \text{ kN/m}^2$
peso proprio soletta inferiore	$\gamma_{1,\text{inf}} = 12,50 \text{ kN/m}^2$
inerzia soletta superiore $\gamma_{1,\text{sup}} \cdot S \cdot a_g =$	$f_{i,\text{pp, sup}} = \mathbf{5.04 \text{ kN/m}^2}$
inerzia piedritti $\gamma_{1,\text{piedritti}} \cdot S \cdot a_g =$	$f_{i,\text{pp, piedritti}} = \mathbf{5.04 \text{ kN/m}^2}$
inerzia soletta inferiore $\gamma_{1,\text{inf}} \cdot S \cdot a_g =$	$f_{i,\text{pp, inf}} = \mathbf{5.61 \text{ kN/m}^2}$
azioni nei nodi	$F_{i,\text{sup}} = \mathbf{2.27 \text{ kN/m}}$
azioni nei nodi	$F_{i,\text{inf}} = \mathbf{2.52 \text{ kN/m}}$

10.5.4 inerzia sovraccarico (s4)

risultante LM71	$R_{\text{LM71}} = 65,86 \text{ kN/m}$
carico treno concomitante $\psi_2 \cdot R_{\text{max}} =$	$W = 13,17 \text{ kN/m}$
inerzia treno concomitante $W \cdot S \cdot a_g =$	$I_s = 5,91 \text{ kN/m}$
carico distribuito $I_s/L_{\text{scat}} =$	$f_{i,\text{treno}} = \mathbf{2.41 \text{ kN/m}^2}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 142 di 197

10.6 RIEPILOGO CARICHI SOLLECITANTI

Nella seguente tabella vengono riepilogati i valori delle sollecitazioni per i singoli casi di carico, determinati come sopra riportato.

g_1	Peso proprio strutture	Piedritto 11,25 Soletta sup. 11,25 Soletta inf. 12,50	kN/m²
g_{2-1}	Peso sovrastruttura	56,00	kN/m²
g_{2-2}	Ballast	14,40	kN/m²
g_{3-1}	Spinta a riposo lato sinistro	var	kN/m²
g_{3-2}	Spinta a riposo lato destro	var	kN/m²
g_{3-3}	Spinta attiva lato sinistro	var	kN/m²
g_{3-4}	Spinta attiva lato destro	var	kN/m²
g_{2-5}	Idrostatica	var	kN/m²
er	Ritiro	-9,41	°C
q_{11}	q_{LM71}	67,45	kN/m²
q_{21}	$q_{SW/2}$	58,87	kN/m²
q_{12}	q_{LM71}	var	kN/m²
q_{22}	$q_{SW/2}$	var	kN/m²
q_{13}	q_{LM71}	6,25	kN/m
q_{23}	$q_{SW/2}$	6,62	kN/m
s_1	$\Delta p_{d,terr}$	25,93	kN/m²
s_2	$\Delta p_{d,perm}$	38,21	kN/m²
s_3	$\Delta p_{d,STRU}$	Piedritto 5,04 Soletta sup. 5,04 Soletta inf. 5,61	kN/m²
s_4	$\Delta p_{LM71,h}$	2,4	kN/m²

Con “var” si è indicato un carico variabile lungo l'altezza del piedritto, per i dettagli si rimanda ai paragrafi precedenti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 143 di 197

10.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle N.T.C.

Le combinazioni sono state effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.2.IV, con i coefficienti parziali di sicurezza ferroviari indicati in tabella 5.2.V e i coefficienti di combinazione dei carichi ferroviari della tabella 5.2.VI, tabelle tutte riportate nel capitolo 5.2.3. delle N.T.C.

10.7.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e dal raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti solo in riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale (STR) corrispondente al raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR-SLU} \quad \Rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{STR-SLV} \quad \Rightarrow \quad E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow \quad (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Le verifiche allo stato limite ultimo sismico § 7.11.1(NTC) devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

L'azione sismica è calcolata come combinazione delle componenti orizzontali con quella verticale come $E = 1.0 \times E_x + 0.3 \times E_y + 0.3 \times E_z$ con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 5.2.VI della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere ferroviarie, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 144 di 197

10.7.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara	⇒	$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$
Frequente	⇒	$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$
Quasi permanente	⇒	$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	⇒	$(\Phi_d' = \Phi_k')$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 145 di 197

10.8 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

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 Tab. 5.2.IV (NTC).

	Azioni verticali	Frenatura e avviamento	
Gruppo 1	1	0.50	Rara e frequente
Gruppo 3	1(0,5)	1.00	Rara e frequente
Gruppo 4	0.80	0.80	Fessurazione

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.V e i coefficienti di combinazione Ψ in Tab. 5.2.VI (NTC).

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.VI (NTC).

10.8.1 Condizioni di carico

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Tipo	Carico
1	Ggk	Peso proprio della struttura
2	Gk	Peso rilevato
3	Gk	Peso ballast
4	Gk	Spinta terre da sinistra
5	Gk	Spinta terre da destra
6	Qk	Carico termico positivo uniforme
7	Qk	Carico termico negativo uniforme
8	Qk	Carico termico variabile +/-
9	Qk	Carico termico variabile -/+
10	Qk	Carico LM71 centrale
11	Qk	Carico LM71 su piedritto DX
12	Qk	Carico LM71 su piedritto SX
13	Qk	Carico SW/2
14	Qk	Avviamento LM71
15	Qk	Frenatura SW/2
16	Qk	Spinta LM71 su piedritto sx
17	Qk	Spinta SW/2 su piedritto sx
18	Qk	Incremento dinamico terreno

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 146 di 197

Load	Tipo	Carico
19	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da permanenti
20	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da LM71
21	Qk	Azioni sismiche inerziali orizzontali da SW/2
22	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da permanenti
23	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da permanenti
24	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da LM71
25	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da LM71
26	Qk	Azioni sismiche inerziali verso alto da SW/2
27	Qk	Azioni sismiche inerziali verso basso da SW/2

I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle seguenti tabelle di combinazione indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la condizione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.

10.8.2 Combinazioni SLU di tipo STR

n° CC	P.P.	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0	0
3SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
4SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
5SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
6SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
7SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
8SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
9SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
10SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0	0
11SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
12SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
13SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
14SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
15SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
16SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
17SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
18SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0	0
19SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
20SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 147 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
21SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	1,45	0
22SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
23SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
24SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
25SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
26SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0
27SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0,58
28SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0	1,45
29SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,16	0	0	1,45
30SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0
31SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0
32SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0,58	1,45
33SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,16	0	1,16	1,45
34SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
35SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
36SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
37SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
38SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
39SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
40SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
41SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0,58	1,45	0
42SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
43SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
44SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
45SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
46SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
47SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
48SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
49SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0,58	1,45	0
50SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
51SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
52SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0,58	0
53SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0	1,45	0
54SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	0	1,45	0
55SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	1,45	0	0	0
56SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	1,45	0	0,58	0
57SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	1,45	0
58SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	1,16	0	1,45	0
59SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0
60SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0,58
61SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0	1,45
62SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	0	1,45
63SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	1,45	0	0
64SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	1,45	0	0,58
65SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0,58	1,45
66SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	1,16	0	1,45
67SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
68SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 148 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
69SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0	
70SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0	
71SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0	
72SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0	
73SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0	
74SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0	
75SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0	
76SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0	
77SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0	
78SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0	
79SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0	
80SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0	
81SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0	
82SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0	
83SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0	
84SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0	
85SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0,58	0	
86SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0	
87SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	1,45	0	
88SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0	
89SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
90SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
91SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
92SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0	0
93SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0,58	0
94SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
95SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
96SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
97SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
98SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
99SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
100SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0	0
102SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0	0
103SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0	0
104SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0	0
105SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0	0
106SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0	0
107SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0	0
108SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0	0
109SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0	0
110SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0	0
111SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0	0
112SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0	0
113SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0	0
114SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0	0
115SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0	0
116SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 149 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
117SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0	0
118SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
119SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
120SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
121SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
122SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
123SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
124SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
125SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0	0
126SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
127SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
128SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
129SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
130SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
131SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
132SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0,9	0	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
133SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
134SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0	0
135SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
136SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
137SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
138SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
139SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
140SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
141SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
142SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
143SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
144SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
145SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
146SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
147SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
148SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
149SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
150SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
151SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
152SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
153SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
154SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
155SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
156SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
157SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
158SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
159SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
160SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
161SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
162SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
163SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
164SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 150 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
165SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
166SLU		1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
167SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0	0
168SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
169SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
170SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
171SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
172SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
173SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
174SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
175SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0
176SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
177SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
178SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
179SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
180SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
181SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
182SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
183SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
184SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
185SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
186SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
187SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
188SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
189SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
190SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
191SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
192SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
193SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
194SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
195SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
196SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
197SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
198SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1,35	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
199SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
200SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0	0
201SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
202SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
203SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
204SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
205SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
206SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
207SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
208SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
209SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
210SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
211SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
212SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 151 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
213SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
214SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
215SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
216SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
217SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
218SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
219SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
220SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
221SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
222SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
223SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
224SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
225SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
226SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
227SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45
228SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
229SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
230SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
231SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0,9	0	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45
232SLU		1,35	1,35	1,5	1	1	0	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
233SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0	0
234SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	0	0	0,58	0
235SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0	0	1,45	0
236SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	0	0	1,45	0
237SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0	0
238SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,45	0	0	0	1,45	0	0,58	0
239SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0,58	0	0	0	0,58	0	1,45	0
240SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	1,16	0	0	0	1,16	0	1,45	0
241SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0	0
242SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	0	0	0,58	0
243SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0	0	1,45	0
244SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	0	0	1,45	0
245SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0	0
246SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,45	0	0	1,45	0	0,58	0
247SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0,58	0	0	0,58	0	1,45	0
248SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	1,16	0	0	1,16	0	1,45	0
249SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0	0
250SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	0	0	0,58	0
251SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0	0	1,45	0
252SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	0	0	1,45	0
253SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0	0
254SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58	0
255SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45	0
256SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45	0
257SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0
258SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	0	0	0,58
259SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0	0	1,45
260SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	0	0	1,45

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 152 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
261SLU	GR1-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0
262SLU	GR1-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,45	0	1,45	0	0,58
263SLU	GR3-1	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	0,58	0	0,58	0	1,45
264SLU	GR3-2	1,35	1,35	1,5	1	1	0	0,9	0	0,9	0	0	0	1,16	0	1,16	0	1,45

10.8.3 Combinazioni SLV

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizz da massa LM71	Sisma orizz da massa SW2	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso	Sisma verso alto da LM71	Sisma verso basso da LM71	Sisma verso alto da SW2	Sisma verso basso da SW2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
2SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
3SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
4SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
5SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0
6SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
7SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
8SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
9SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
10SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0
11SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0	0	0	0
12SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
13SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
14SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
15SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
16SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
17SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
18SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
19SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
20SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1
21SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
22SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
23SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
24SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
25SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 153 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizz da massa LM71	Sisma orizz da massa SW2	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso	Sisma verso alto da LM71	Sisma verso basso da LM71	Sisma verso alto da SW2	Sisma verso basso da SW2
26SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
27SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
28SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
29SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
30SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0,3	0	1	0	0	0	1	0
31SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0
32SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
33SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
34SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
35SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
36SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
37SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
38SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
39SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
40SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1
41SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
42SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
43SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
44SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
45SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0
46SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
47SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
48SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
49SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
50SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0
51SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0	0	0	0
52SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
53SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
54SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
55SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
56SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
57SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
58SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
59SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
60SLV	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1
61SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0
62SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
63SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
64SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0,3	0	0,3	0	0	0
65SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0,3	0	0	0	0,3	0
66SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0
67SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
68SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0
69SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	1	0	1	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 154 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	Incremento dinamico terreno	Azioni sismiche orizzontali	Sisma orizz da massa LM71	Sisma orizz da massa SW2	Azioni sismiche verticali verso l'alto	Azioni sismiche verticali verso il basso	Sisma verso alto da LM71	Sisma verso basso da LM71	Sisma verso alto da SW2	Sisma verso basso da SW2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
70SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0
71SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,3	0	0	0	0
72SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
73SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
74SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	1	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0	0
75SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	1	1	0	1	0	0,3	0	0	0	0,3
76SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0
77SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,2	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
78SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
79SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,3	0,3	0,3	0	0	1	0	1	0	0
80SLV	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	0,3	0	0,3	0	1	0	0	0	1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 155 di 197

10.8.4 Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Frequente – Caratteristica

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
																		1
QP1		1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0								
QP2		1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0								
QP3		1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5								
QP4		1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5								
Freq1		1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
Freq2	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0	
Freq3	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0	
Freq4	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0	
Freq5	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0	
Freq6	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0	
Freq7	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0	
Freq8	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0	
Freq9	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0	
Freq10	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0	
Freq11	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0	
Freq12	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq13	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq14	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0	
Freq15	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0	
Freq16	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq17	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq18	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq19	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq20	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq21	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq22	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq23	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq24	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq25	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq26	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq27	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq28	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq29	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq30	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq31	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq32	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq33	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq34		1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq35	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0,4	0
Freq36	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Freq37	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq38	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0,8	0	0	0
Freq39	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq40	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq41	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari							

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Freq42	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0,4	0	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq43	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq44	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq45	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq46	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq47	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq48	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq49	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq50	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq51	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq52	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq53	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq54	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq55	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq56	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq57	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq58	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq59	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq60	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq61	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq62	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq63	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq64	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq65	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq66	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq67	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq68	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,4	0
Freq69	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Freq70	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq71	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0	0
Freq72	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq73	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq74	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq75	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0,4	0	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq76	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq77	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq78	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq79	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq80	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq81	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq82	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq83	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq84	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq85	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq86	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq87	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq88	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq89	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA			
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari					
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 157 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Freq90	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq91	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq92	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq93	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq94	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq95	gr1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq96	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq97	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq98	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq99	gr3	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Freq100	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Freq101	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,4	0
Freq102	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Freq103	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq104	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0	0
Freq105	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq106	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0	0	0,8	0
Freq107	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,8	0	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq108	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0,4	0	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq109	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,4	0
Freq110	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0	0
Freq111	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,4	0
Freq112	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0
Freq113	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0	0	0,8	0
Freq114	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0	0	0,8	0
Freq115	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,8	0	0	0,8	0	0,8	0
Freq116	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0,4	0	0	0,4	0	0,8	0
Freq117	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,4	0
Freq118	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0	0
Freq119	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4	0
Freq120	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0
Freq121	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0	0	0,8	0
Freq122	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0
Freq123	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0
Freq124	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8	0
Freq125	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,4
Freq126	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0
Freq127	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,4
Freq128	gr1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0
Freq129	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0,8
Freq130	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
Freq131	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0,8
Freq132	gr3	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0,4	0	0,8
Car1	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car2	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Car3	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car4	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Car5	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0,5	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 158 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Car6	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0	
Car7	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car8	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Car9	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car10	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Car11	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Car12	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car13	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car14	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Car15	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Car16	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car17	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car18	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Car19	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car20	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Car21	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car22	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Car23	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car24	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Car25	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car26	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Car27	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Car28	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car29	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car30	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Car31	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Car32	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car33	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car34	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Car35	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car36	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Car37	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car38	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Car39	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car40	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Car41	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car42	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Car43	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Car44	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car45	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car46	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Car47	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Car48	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car49	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car50	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Car51	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car52	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Car53	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0,5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 159 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Car54	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Car55	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car56	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Car57	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car58	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Car59	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Car60	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car61	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car62	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Car63	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Car64	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car65	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Car66	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Car67	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car68	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0	0
Car69	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car70	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0	0
Car71	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0,5	0
Car72	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	0	0	0	0
Car73	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0,5	0
Car74	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	1	0	0	0
Car75	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car76	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	0	0	1	0
Car77	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	1	0	0	0	1	0	1	0
Car78	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car79	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0,5	0	0	0	0	0	1	0
Car80	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	0	0	1	0
Car81	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	1	0	0	0	1	0	1	0
Car82	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0,5	0	0	0	0,5	0	1	0
Car83	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car84	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0
Car85	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car86	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0	0
Car87	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0,5	0
Car88	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	0	0
Car89	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0,5	0
Car90	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	1	0	0	0
Car91	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car92	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	0	0	1	0
Car93	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	1	0	0	1	0	1	0
Car94	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car95	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0	0	1	0
Car96	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	0	0	1	0
Car97	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	1	0	0	1	0	1	0
Car98	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0,5	0	0	0,5	0	1	0
Car99	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car100	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0
Car101	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0,5	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 160 di 197

n° CC	P.P	Rilevato	Ballast	Terra sx	Terra dx	T+ unif	T- unif	DT +	DT -	LM71 centro	LM71 pied dx	LM71 pied sx	SW/2	LM71 terra	SW/2 terra	LM71 avviamento	SW/2 frenatura	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Car102	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0	0
Car103	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0,5	0
Car104	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0
Car105	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0,5	0
Car106	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	1	0	0	0
Car107	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car108	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	0	0	1	0
Car109	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	1	0	1	0	1	0
Car110	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car111	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0	0	1	0
Car112	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	0	0	1	0
Car113	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	1	0	1	0	1	0
Car114	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0
Car115	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car116	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0
Car117	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car118	gr1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0
Car119	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0,5
Car120	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	0
Car121	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0,5
Car122	gr1	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	0
Car123	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car124	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1
Car125	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1
Car126	gr3	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car127	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0	0	1
Car128	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	0	0	1
Car129	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	1	0	1	0	1
Car130	gr3	1	1	1	1	1	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1
Car131		1	1	1	1	1	1	0	0	1	0			0	0	0	0	0
Car132		1	1	1	1	1	0	1	0	1	0			0	0	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 161 di 197

10.8.5 Diagrammi relativi alle combinazioni elementari

G1: peso proprio

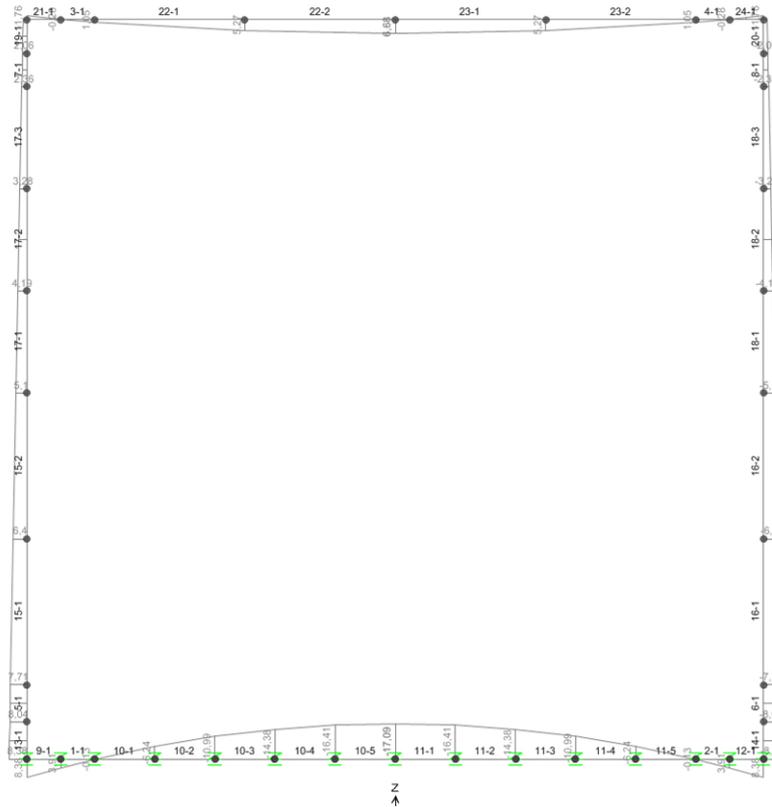


Figura 28 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 162 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

G2: permanenti portati

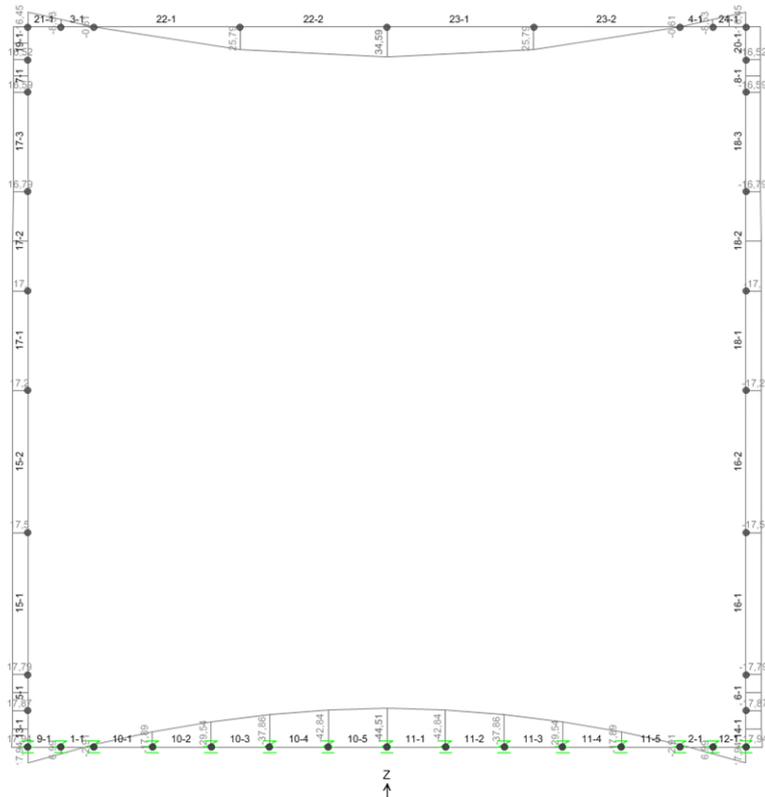


Figura 29 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</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%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">163 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	163 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	163 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

G3: Spinta delle terre

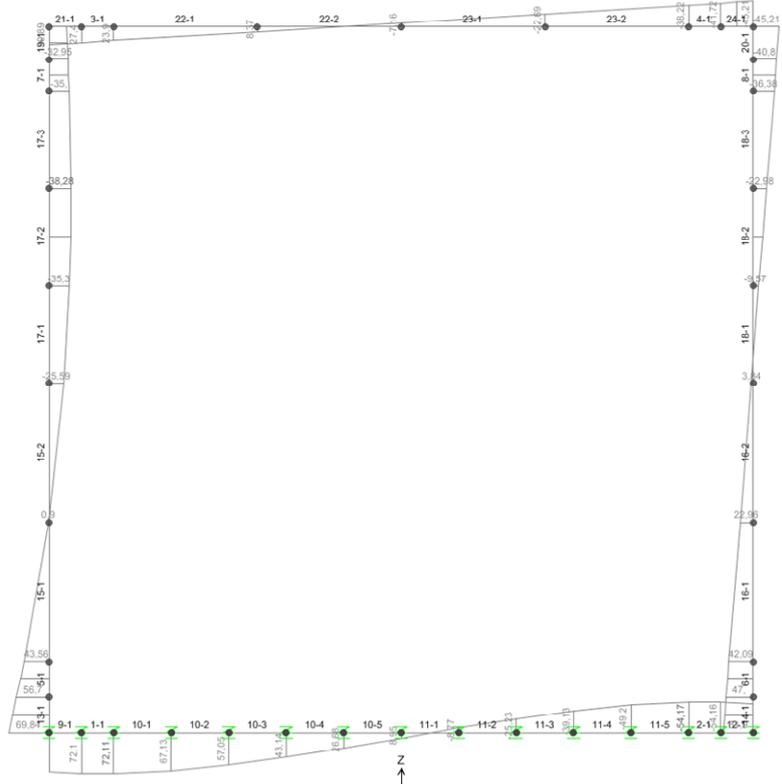


Figura 30 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</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%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">164 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	164 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	164 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

q: Variabili da traffico

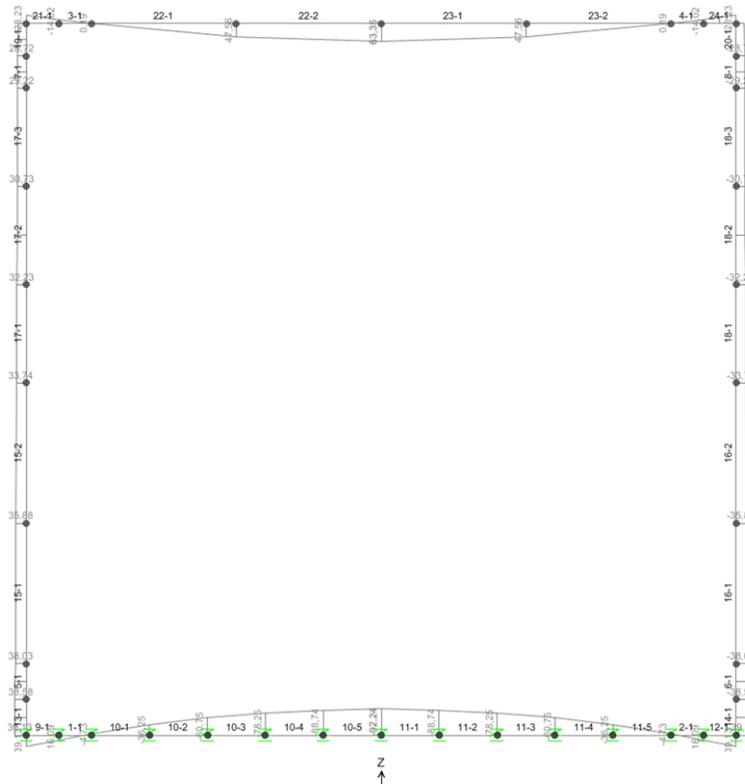


Figura 31 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 165 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

E: Sisma

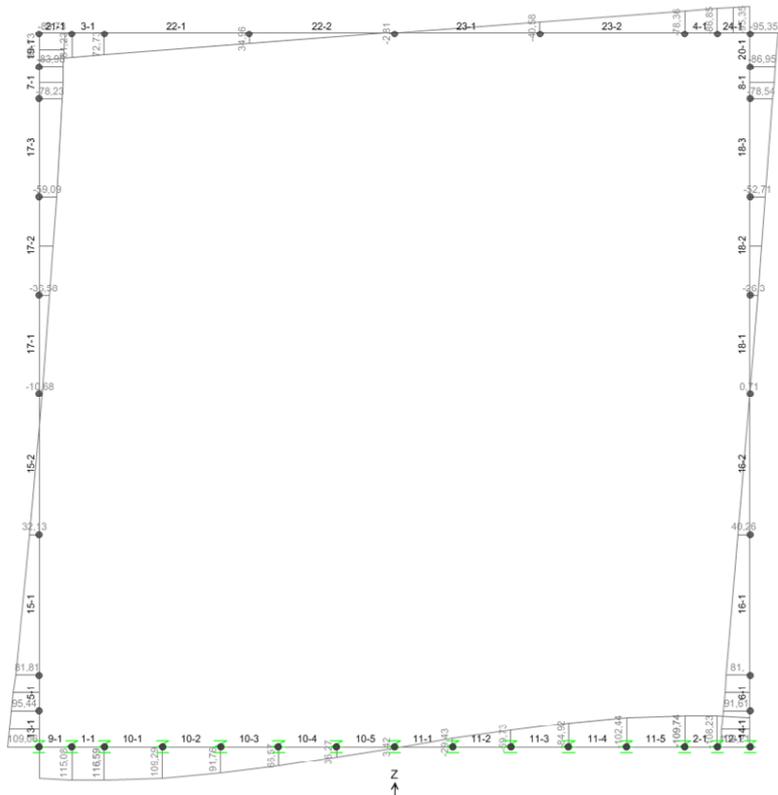


Figura 32 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 166 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

10.8.6 Diagrammi di involuppo SLU/SLV

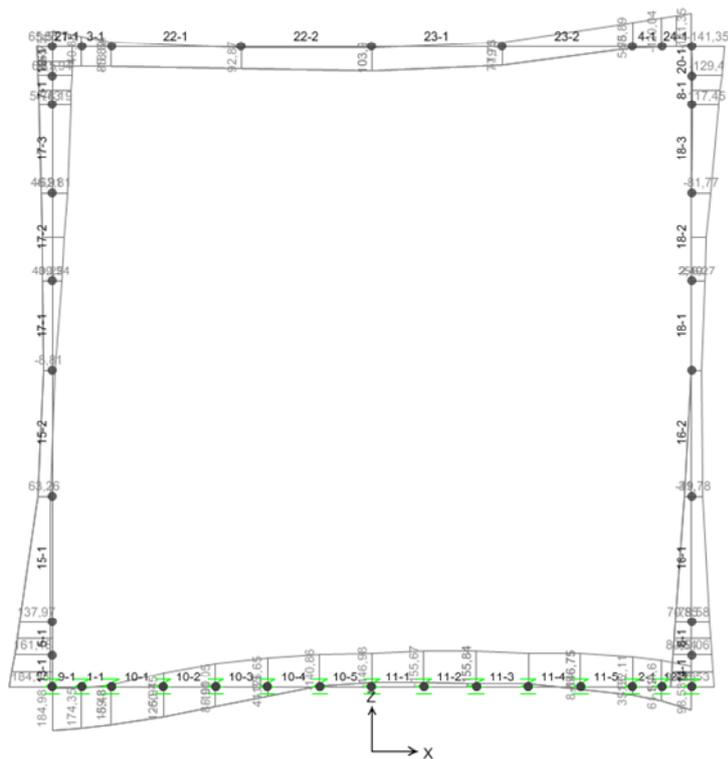


Figura 33 Diagramma momento flettente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</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%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">167 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	167 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	167 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

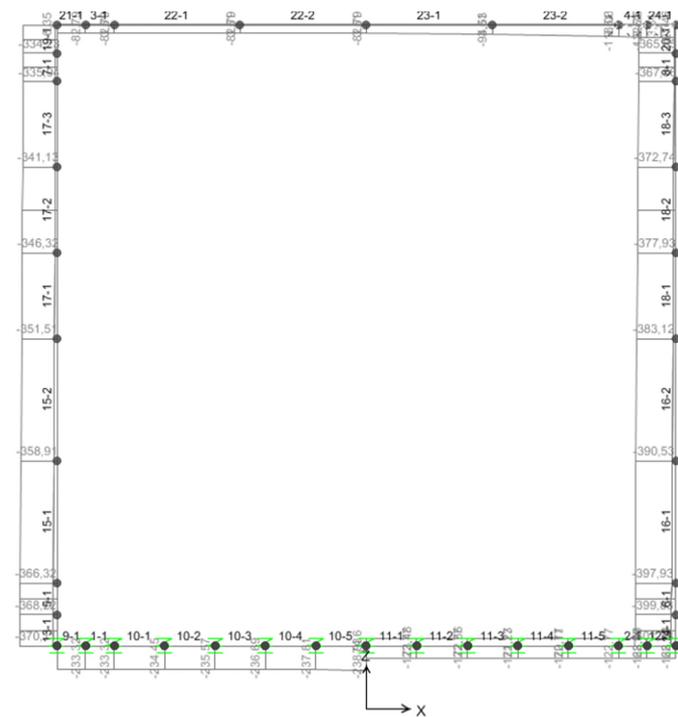


Figura 34 Diagramma Sforzo normale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 168 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

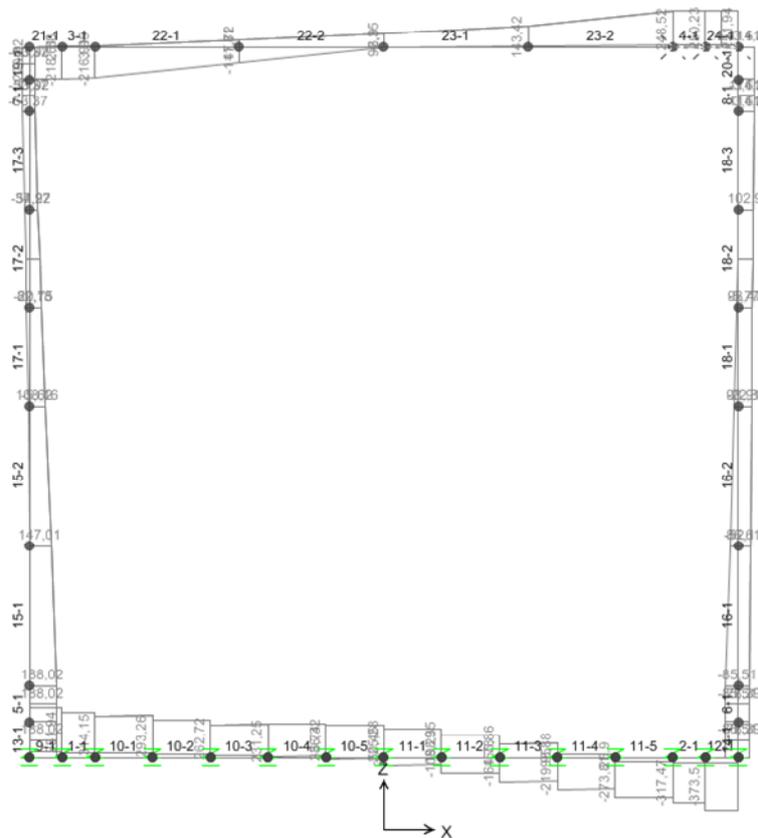


Figura 35 Diagramma tagli

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 169 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

10.8.7 Diagrammi di involuppo SLE

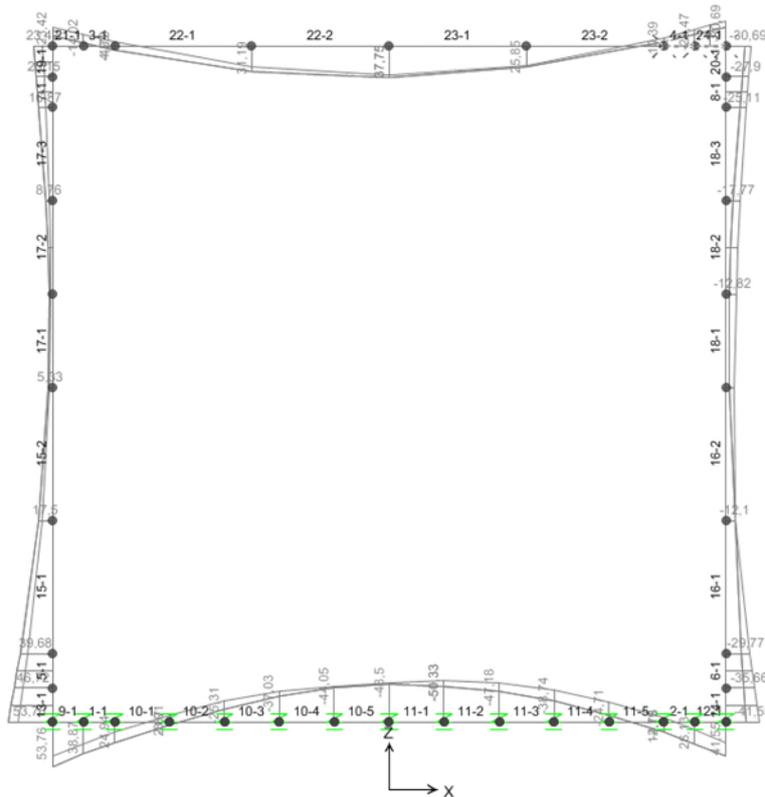


Figura 36 Diagramma momento flettente combinazione Quasi Permanente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 170 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

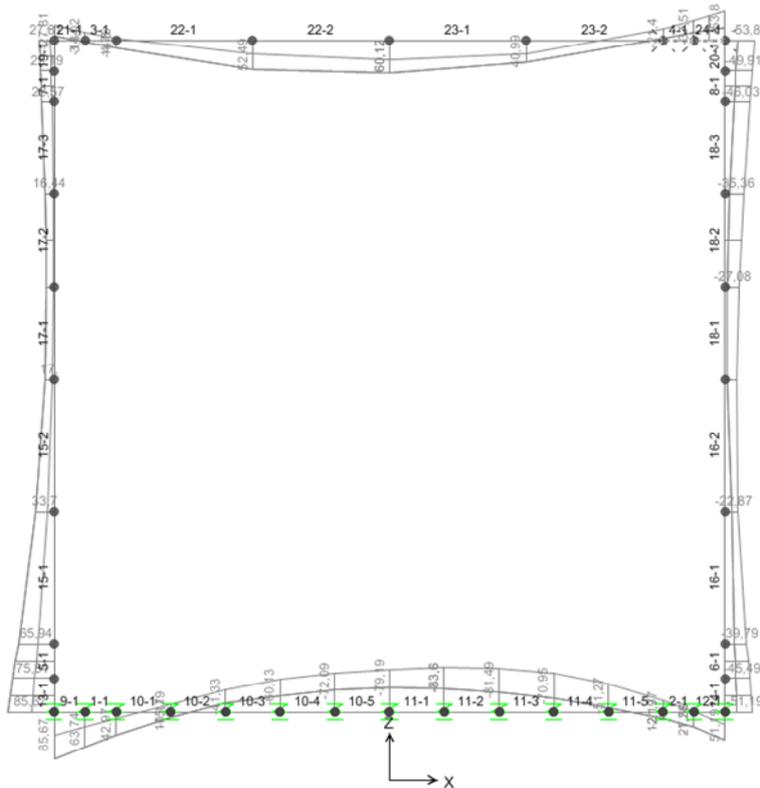


Figura 37 Diagramma momento flettente combinazione Frequente

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</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%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">171 di 197</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	171 di 197
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF28	01	E ZZ CL	IN0000 001	B	171 di 197												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari																	

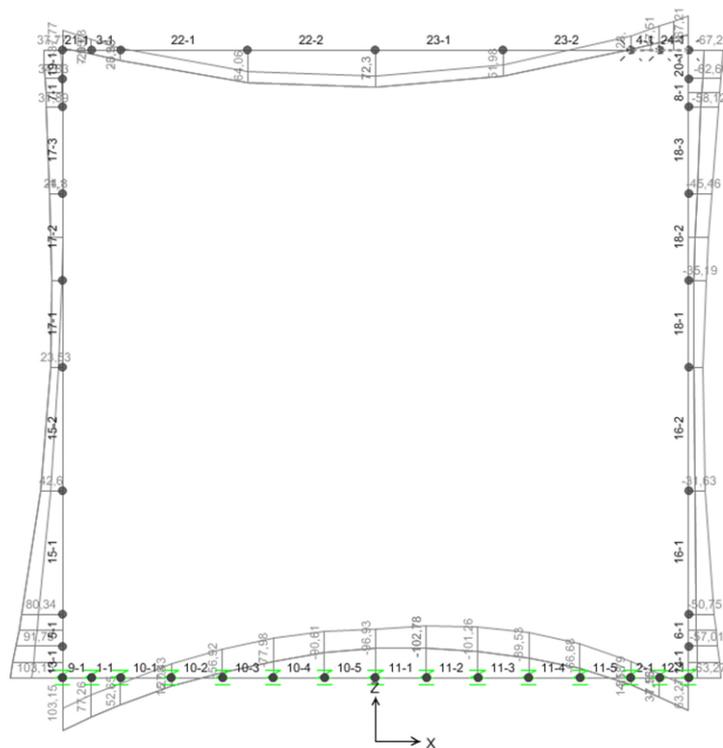
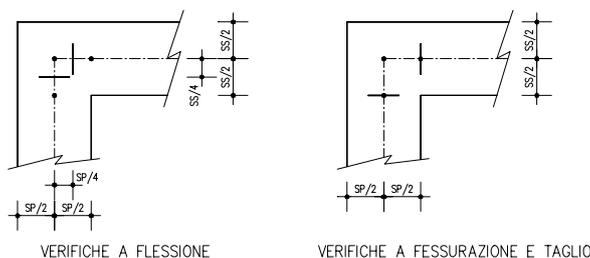


Figura 38 Diagramma momento flettente combinazione Caratteristica

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 172 di 197

10.9 VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Nel presente capitolo si conducono le verifiche strutturali in corrispondenza delle sezioni più sollecitate. Con riferimento alle sezioni di incastro, i valori di sollecitazione flettente e tagliante – utilizzati per le verifiche – sono stati valutati come illustrato nel seguente schema:



Nello specifico l'azione flettente viene ricavata dal modello numerico in corrispondenza della sezione posta a un quarto dello spessore dall'asse dell'elemento finito, l'azione tagliante viene invece valutata in corrispondenza della sezione posta a un mezzo dello spessore dall'asse dell'elemento finito. In via conservativa si trascura l'azione assiale negli elementi orizzontali (soletta di copertura e soletta di fondazione).

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in calcestruzzo inclinato di 30° e staffe verticali, mentre le verifiche in esercizio sono state condotte secondo i criteri seguenti:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta $M_{cr} < M_{Ed}$ la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR, QP e RARA della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili per le strutture in ambiente aggressivo sono:

Le massime aperture ammissibili per le strutture sono:

Ambiente ordinario

- combinazione di carico Frequente: $w_k \leq w_3 = 0.30\text{mm}$
- combinazione di carico Quasi Permanente: $w_k \leq w_2 = 0.20\text{mm}$.

Ambiente aggressivo e molto aggressivo

- combinazione di carico Rara: $w_k \leq w_1 = 0.20\text{mm}$ (per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture)

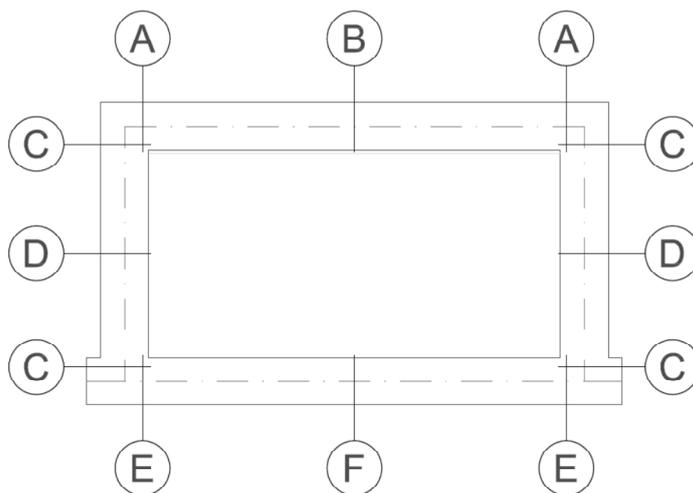
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 173 di 197

Verifica delle tensioni di esercizio: per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, si verifica che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

- per la combinazione di azioni Quasi Permanente si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck}$;
- per la combinazione di azioni Rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0,80 \cdot f_{yk}$.

Per condurre le verifiche strutturali sono stati eseguiti gli involuppi delle azioni interne per tutte le tipologie di combinazioni di carico in precedenza definite; sono state in seguito individuate sei tipologie di sezioni in corrispondenza delle quali sono state valutate le azioni sollecitanti.

Le sei sezioni di cui sopra sono illustrate nel seguente schema:



Con "A" si indica la sezione di incastro e con "B" si indica la sezione in cui si verifica il massimo momento che tende le fibre inferiori della soletta di copertura. Con "C" si indica la sezione di incastro del piedritto, mentre con "D" la sezione di mezzeria. Per quanto riguarda la soletta di fondazione, con "E" si individua la sezione di incastro mentre con "F" si indica la sezione di massimo momento flettente con fibre tese superiori. Nella seguente tabella si riportano i valori numerici delle azioni maggiormente sollecitanti:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 174 di 197

sez.	SLU			SLE - RARA		SLE - FREQUENTE		SLE - QUASI PERMANENTE	
	M [kNm/m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]	M [kNm/m]	N [kN/m]
A	-120	-118	248	-47	-	-37	-	-21	-
B	104	-	92	72	-	60	-	38	-
C	-161	-366	188	-92	-257	-76	-212	-76	-212
D	-40	-351	180	-23,5	-245	-17	-200	-5,30	-130
E	-174	-	-314	-77	-	-64	-	-39	-
F	155	-	154	102	-	82	-	49	-

Poiché derivanti da un inviluppo, le azioni più gravose (utilizzate nelle verifiche) sono state scelte secondo i criteri seguenti: per quanto concerne le azioni flettenti e le azioni taglianti sono stati scelti i massimi valori assoluti (riportati tuttavia con segno nella tabella soprastante), per le azioni assiali, invece, sono stati selezionati i minimi valori assoluti.

Le convenzioni di segno adottate sono le seguenti: l'azione flettente è negativa se tende le fibre esterne del tombino, l'azione tagliante è riportata in valore assoluto, l'azione assiale è negativa se di compressione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 175 di 197

10.9.1 Soletta superiore

Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	50.0

Sezione di mezzera:

Armatura estradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2+ \emptyset /2 =	7.20 cm

Armatura intradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2+ \emptyset /2 =	7.20 cm
Armatura intradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 12/40" =	2.83 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.2+ \emptyset /2 =	8.20 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	----------------------

Armatura agli appoggi:

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2+ \emptyset /2 =	7.2 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 14/20" =	7.70 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2+ \emptyset /2 =	6.90 cm
Armatura estradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 14/40" =	3.85 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.2+ \emptyset /2 =	7.90 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	----------------------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 176 di 197

Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione.

Sezione di incastro (sez. A)

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di copertura è costituita da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 50 cm e si considera una larghezza unitaria L'armatura superiore è costituita da un primo strato costituito da $\phi 14/20$ e un secondo strato costituito da $\phi 14/40$, l'armatura inferiore è costituita invece da $\phi 12/20$, a taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×20 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.2 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda	
	d riferito all'asse barra c copriferro netto M >0, se tese fibre inferiori N >0, se di trazione V in valore assoluto
	α_{cc} coeff. effetti a lungo termine v coeff. riduzione resistenza bielle α_e = E_s/E_c k_t 0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata k_1 0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce k_2 0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura k_3 3,4 k_4 0,425 σ >0 se di trazione al traslazione armatura longitudinale
[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement	

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 177 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,2	42,8	38,5
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	14	6,9	7,70	
2,5	14	7,9	3,85	
5	12	43,2	5,65	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	10	20	90	3,93

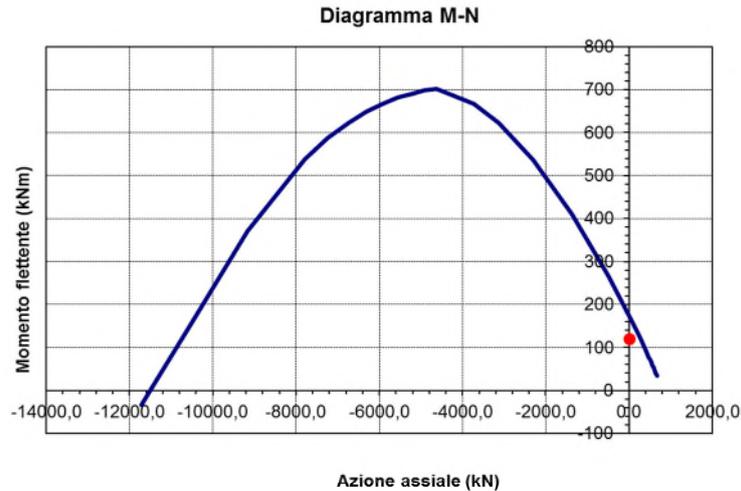
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,520		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8		
k ₃	3,4		
k ₄	0,425		
valori limite			
	0,45 f _{ck}		14,9 [MPa]
	0,8 f _{yk}		360,0 [MPa]
	W _{k,lim}		0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-120,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	248,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-175,0 [kNm]
FS	1,46
taglio	
V _{Rdc}	173,0 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V _{Rds}	452,3 [kN]
V _{Rdmax}	1879,2 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _l	29,4 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 178 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-47,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-94,8 [kNm]
y_n	12,87 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-2,7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-11,9 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	119,8 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-37,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-94,8 [kNm]
y_n	12,87 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-2,1 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-9,4 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	94,3 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 179 di 197

Sezione di mezzeria (sez. B):

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di copertura è costituita da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 45 cm e si considera una larghezza unitaria L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 12/20$, l'armatura inferiore è costituita invece da un primo strato costituito da $\phi 12/20$ e un secondo strato costituito da un $\phi 12/40$. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.2 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda	
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M > 0, se tese fibre inferiori</p> <p>N > 0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>
	<p>α_{cc} coeff. effetti a lungo termine</p> <p>v coeff. riduzione resistenza bielle</p> <p>$\alpha_e = E_s/E_c$</p> <p>k_t 0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</p> <p>k_1 0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</p> <p>k_2 0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_1 trazione eccentrica 1 trazione pura</p> <p>k_3 3,4</p> <p>k_4 0,425</p> <p>σ > 0 se di trazione</p> <p>a_l traslazione armatura longitudinale</p>
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>	

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 180 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,2	42,9	38,6
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	12	6,8	5,65	
2,5	12	37,2	2,83	
5	12	38,2	5,65	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	40	90	1,96

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,520		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]

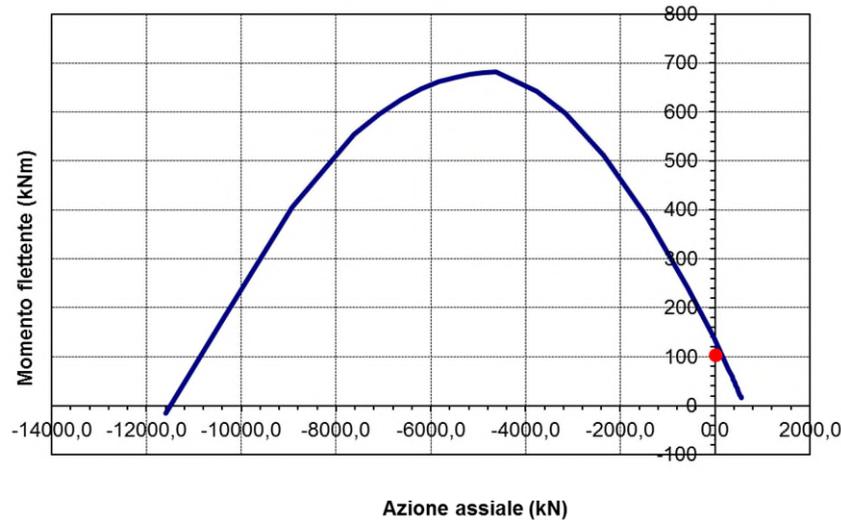
Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	104,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	92,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	134,2 [kNm]
FS	1,29
taglio	
V _{Rdc}	173,3 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	113,4 [kN]
V _{Rdmax}	1884,2 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _l	37,9 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 181 di 197

Diagramma M-N



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
MEk	72,00 [kNm]
NEk	0 [kN]
tensioni e fessure	
Mdec	0,0 [kNm]
Mcr	93,1 [kNm]
yn	-14,02 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,7 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-13,9 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	246,0 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
Sr,max	- [cm]
Wk	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
MEk	60,00 [kNm]
NEk	0 [kN]
tensioni e fessure	
Mdec	0,0 [kNm]
Mcr	93,1 [kNm]
yn	-14,02 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-3,9 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-11,6 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	205,0 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
Sr,max	- [cm]
Wk	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 182 di 197

10.9.2 Piedritti

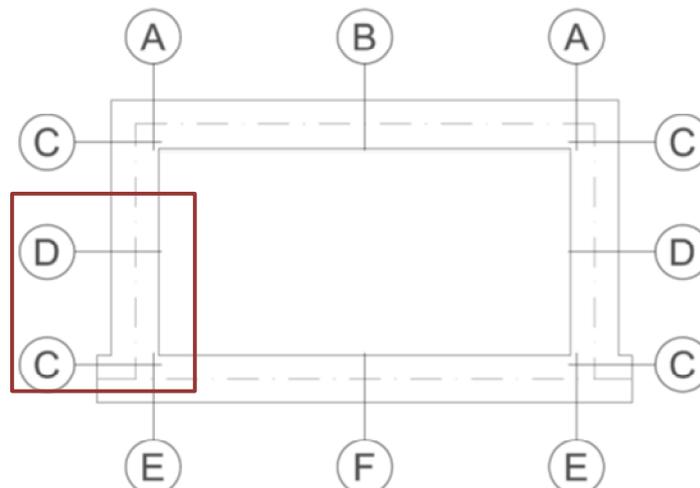
Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	50.0

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 14/20" =	7.70 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2 + $\emptyset/2$ =	7.9 cm
Armatura estradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 14/40" =	3.85 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.2 + $\emptyset/2$ =	8.9 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	----------------------



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 183 di 197

Sezione di incastro (sez. C)

Caratteristiche geometriche della sezione

Il piedritto è costituito da un calcestruzzo di classe Rck40, ha uno spessore di 50 cm e si considera una larghezza unitaria L'armatura interna è costituita da uno strato compresso (intradosso) costituito da $\phi 12/20$ e un secondo strato teso (estradosso) costituito da $\phi 14/20$ e uno strato in sovrapposizione $\phi 14/40$, a taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×40 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.2 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda	
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>
	<p>α_{cc} coeff. effetti a lungo termine</p> <p>v coeff. riduzione resistenza bielle</p> <p>$\alpha_e = E_s/E_c$</p> <p>k_t 0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</p> <p>k_1 0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</p> <p>k_2 0,5 flessione ($\epsilon_1 + \epsilon_2$)/2 ϵ_{e1} trazione eccentrica 1 trazione pura</p> <p>k_3 3,4</p> <p>k_4 0,425</p> <p>σ >0 se di trazione</p> <p>a_l traslazione armatura longitudinale</p>
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>	

A favore di sicurezza, le verifiche strutturali dei piedritti e della soletta di copertura vengono svolte con una classe di calcestruzzo inferiore (C32/40).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 184 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,2	42,8	38,5
armatura longitudinale				
nbarra	φ	d	A _{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	14	6,9	7,70	
2,5	14	7,9	3,85	
5	12	43,2	5,65	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A _{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

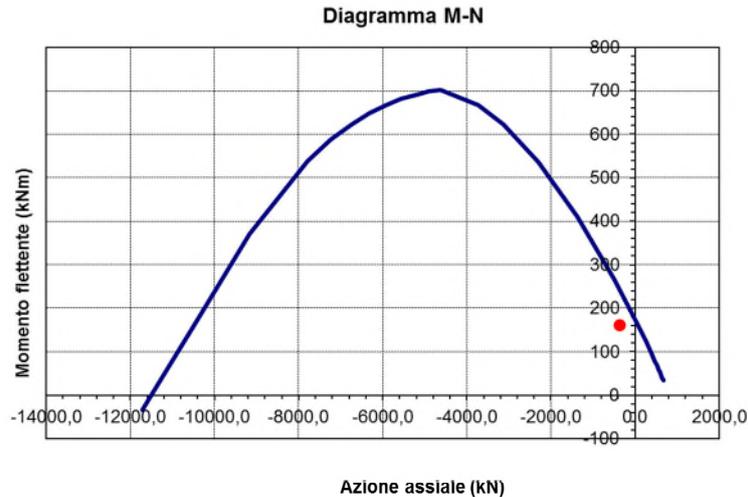
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,520		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-161,00 [kNm]
N _{Ed}	-366 [kN]
V _{Ed}	188,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-242,4 [kNm]
FS	1,51
taglio	
V _{Rdc}	219,0 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	226,2 [kN]
V _{Rdmax}	1879,2 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	duttile
a _l	37,8 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 185 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						



Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-92,00 [kNm]
N_{Ek}	-257 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-19,2 [kNm]
M_{cr}	-114,0 [kNm]
y_n	7,95 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-5,2 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-41,4 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	125,7 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-76,00 [kNm]
N_{Ek}	-212 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-15,9 [kNm]
M_{cr}	-110,6 [kNm]
y_n	7,96 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,3 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-34,2 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	103,9 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 186 di 197

Sezione di mezzzeria piedritto (sez. D)

Di seguito si riporta la verifica strutturale del piedritto in mezzzeria, in corrispondenza della zona senza armatura integrativa (strato di sovrapposizione).

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,2	43,1	38,8
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	14	6,9	7,70	
5	12	43,2	5,65	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

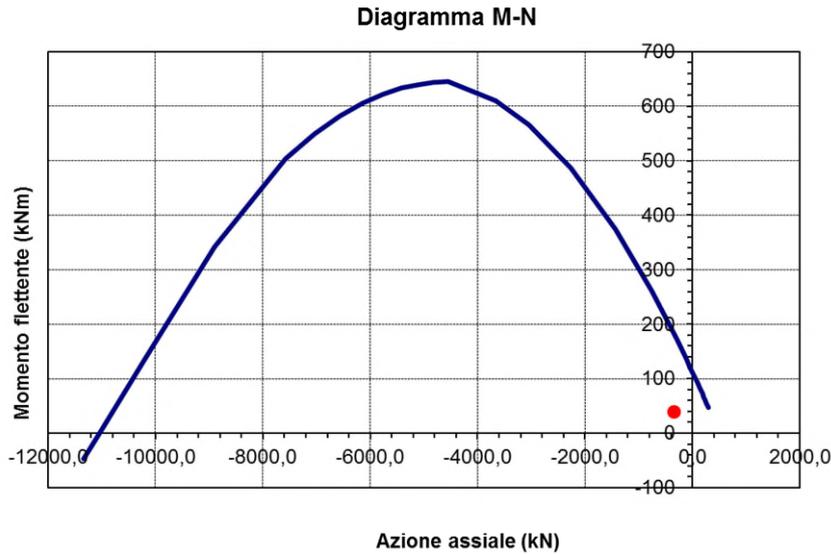
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	40 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	33,2 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	24,5 [MPa]	ϵ_{uk}	67,5 [‰]
v	0,520		
ϵ_{c2}	2,0 [‰]		
ϵ_{cu2}	3,5 [‰]		
α_e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8		
k ₃	3,4		
k ₄	0,425		
		valori limite	
		0,45 f _{ck}	14,9 [MPa]
		0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
		w _{k,lim}	0,2 [mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	-40,00 [kNm]
N _{Ed}	-351 [kN]
V _{Ed}	180,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	-184,3 [kNm]
FS	4,61
taglio	
V _{Rdc}	218,6 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	228,2 [kN]
V _{Rdmax}	1895,8 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _i	38,1 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 187 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						



Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-23,50 [kNm]
N_{Ek}	-245 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-18,6 [kNm]
M_{cr}	-111,3 [kNm]
y_n	-16,75 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-1,2 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-14,9 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	-0,5 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-17,00 [kNm]
N_{Ek}	-200 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	-15,1 [kNm]
M_{cr}	-107,9 [kNm]
y_n	-19,83 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-0,9 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-11,4 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	-1,4 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [‰]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 188 di 197

10.9.3 Soletta inferiore

Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza b (cm)	100.0
Altezza h (cm)	50.0

Sezione di mezzeria:

Armatura intradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2 + $\emptyset/2$ =	6.8 cm

Armatura estradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 14/20" =	7.70 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2 + $\emptyset/2$ =	6.9 cm
Armatura estradosso o, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 14/40" =	3.85 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.2 + $\emptyset/2$ =	7.9 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	----------------------

Armatura agli appoggi:

Armatura estradosso, A_a (cm ²)(1°strato)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2 + $\emptyset/2$ =	7.8 cm

Armatura intradosso, A_a (cm ²) (1°strato)	1 \emptyset 14/20" =	7.70 cm ²
Copriferro 1°strato c_1 (cm)	6.2 + $\emptyset/2$	6.9 cm
Armatura intradosso, A_a (cm ²) (2°strato)	1 \emptyset 14/20" =	7.70 cm ²
Copriferro 2°strato c_2 (cm)	7.2 + $\emptyset/2$ =	7.9 cm

Armatura ripartizione, A_a (cm ²)	1 \emptyset 12/20" =	5.65 cm ²
-------------------------------------------------	------------------------	----------------------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 189 di 197

Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione.

Sezione di incastro (sez.E)

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di fondazione è costituita da un calcestruzzo di classe Rck35, ha uno spessore di 50 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 12/20$ mentre l'armatura inferiore è costituita invece da uno strato di $\phi 14/20$ e da un secondo strato costituito da $\phi 14/20$. A taglio vengono disposti degli spilli $\phi 10$ a maglia 20×20 in corrispondenza della zona di incastro con i piedritti. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.2 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																					
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>																				
	<table border="1"> <tr><td>α_{cc}</td><td>coeff. effetti a lungo termine</td></tr> <tr><td>v</td><td>coeff. riduzione resistenza bielle</td></tr> <tr><td>α_e</td><td>$=E_s/E_c$</td></tr> <tr><td>k_t</td><td>0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td></tr> <tr><td>k_1</td><td>0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td></tr> <tr><td>k_2</td><td>0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</td></tr> <tr><td>k_3</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>k_4</td><td>0,425</td></tr> <tr><td>σ</td><td>>0 se di trazione</td></tr> <tr><td>a_l</td><td>traslazione armatura longitudinale</td></tr> </table>	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	v	coeff. riduzione resistenza bielle	α_e	$=E_s/E_c$	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce	k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura	k_3	3,4	k_4	0,425	σ	>0 se di trazione	a_l	traslazione armatura longitudinale
α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																				
v	coeff. riduzione resistenza bielle																				
α_e	$=E_s/E_c$																				
k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																				
k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																				
k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura																				
k_3	3,4																				
k_4	0,425																				
σ	>0 se di trazione																				
a_l	traslazione armatura longitudinale																				
<p>[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement</p>																					

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 190 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,2	42,6	38,3
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	12	6,8	5,65	
5	14	42,1	7,70	
5	14	43,1	7,70	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
5	10	20	90	3,93

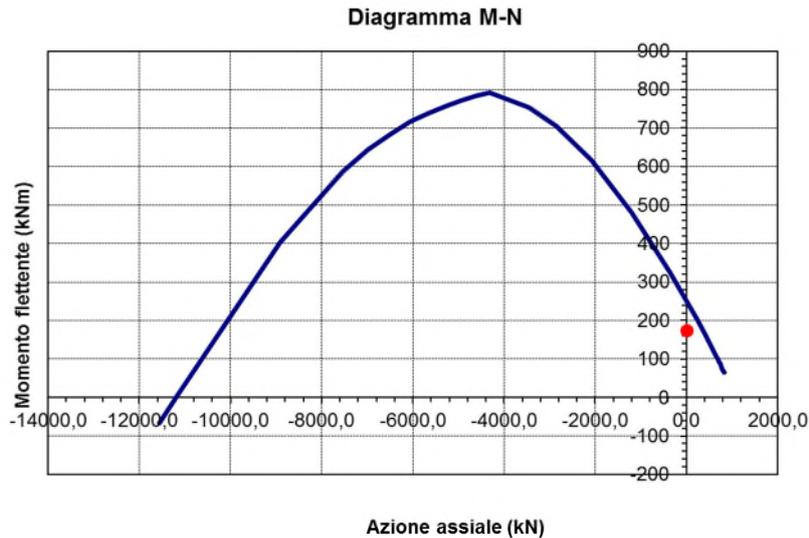
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ _s	1,15
γ _c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α _{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	21,5 [MPa]	ε _{uk}	67,5 [%]
v	0,530		
ε _{c2}	2,0 [%]		
ε _{cu2}	3,5 [%]		
α _e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8		
k ₃	3,4		
k ₄	0,425		
valori limite			
	0,45 f _{ck}	13,1	[MPa]
	0,8 f _{yk}	360,0	[MPa]
	W _{k,lim}	0,2	[mm]

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	174,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	314,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	252,3 [kNm]
FS	1,45
taglio	
V _{Rdc}	175,8 [kN]
predisporre armatura a taglio	
V _{Rds}	510,2 [kN]
V _{Rdmax}	1890,3 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione duttile	
a _l	33,2 [cm]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 191 di 197



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante.

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M_{Ek}	-77,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-105,3 [kNm]
y_n	17,32 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,8 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-7,4 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	335,7 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M_{Ek}	-64,00 [kNm]
N_{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M_{dec}	0,0 [kNm]
M_{cr}	-105,3 [kNm]
y_n	17,32 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-4,0 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-6,1 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	279,1 [MPa]
k_2	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
$S_{r,max}$	- [cm]
W_k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 192 di 197

Sezione di mezzeria (sez. F):

Caratteristiche geometriche della sezione

La soletta di fondazione è costituita da un calcestruzzo di classe Rck35, ha uno spessore di 50 cm e si considera una larghezza unitaria. L'armatura superiore è costituita da uno strato costituito da $\phi 12/20$. L'armatura inferiore è costituita da uno strato di $\phi 14/20$, e da un secondo strato costituito $\phi 14/40$. La distanza tra la generatrice della barra di armatura e il lembo esterno della sezione è stata calcolata come segue: al copriferro minimo (4.0 cm) sono stati sommati il diametro dello spillo (1,0 cm), il diametro della barra di armatura esterna che si sviluppa in senso longitudinale (1.2 cm) e il raggio della barra di armatura interna. Segue una tabella riassuntiva con indicate in forma compatta le convenzioni di segno adottate, le caratteristiche geometriche e le caratteristiche dei materiali.

legenda																					
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M >0, se tese fibre inferiori</p> <p>N >0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>																				
<p>A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">α_{cc}</td><td>coeff. effetti a lungo termine</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">v</td><td>coeff. riduzione resistenza bielle</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">α_e</td><td>$=E_s/E_c$</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">k_t</td><td>0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">k_1</td><td>0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">k_2</td><td>0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">k_3</td><td>3,4</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">k_4</td><td>0,425</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">σ</td><td>>0 se di trazione</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">a_l</td><td>traslazione armatura longitudinale</td></tr> </table>	α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine	v	coeff. riduzione resistenza bielle	α_e	$=E_s/E_c$	k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata	k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce	k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura	k_3	3,4	k_4	0,425	σ	>0 se di trazione	a_l	traslazione armatura longitudinale
α_{cc}	coeff. effetti a lungo termine																				
v	coeff. riduzione resistenza bielle																				
α_e	$=E_s/E_c$																				
k_t	0,6 azioni di breve durata 0,4 azioni di lunga durata																				
k_1	0,8 barre aderenza migliorata 1,6 barre lisce																				
k_2	0,5 flessione $(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2\epsilon_1$ trazione eccentrica 1 trazione pura																				
k_3	3,4																				
k_4	0,425																				
σ	>0 se di trazione																				
a_l	traslazione armatura longitudinale																				

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 193 di 197

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	50	6,2	42,8	38,5
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	A_{sl}	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	12	6,8	5,65	
2,5	14	42,1	3,85	
5	14	43,1	7,70	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	A_{sw}
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2,5	10	20	90	1,96

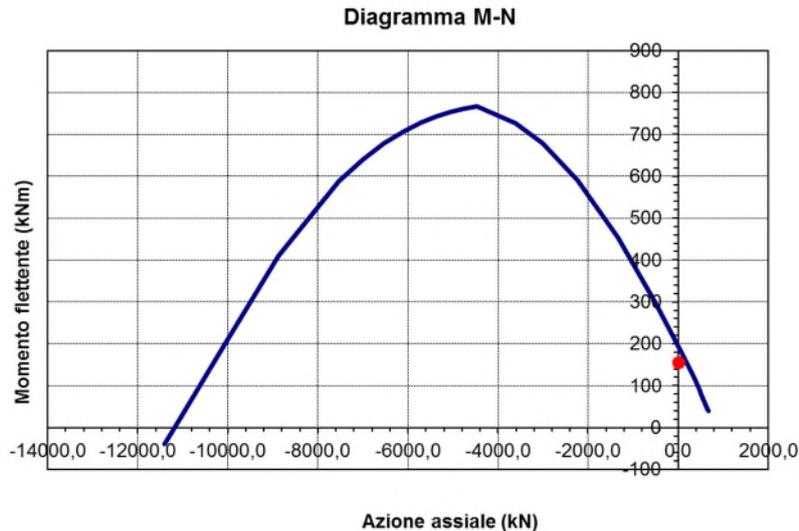
materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	35 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	29,1 [MPa]	γ_s	1,15
γ_c	1,15	f _{yd}	391,3 [MPa]
α_{cc}	0,85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	21,5 [MPa]	ϵ_{uk}	67,5 [‰]
ν	0,530		
ϵ_{c2}	2,0 [‰]		
ϵ_{cu2}	3,5 [‰]		
α_e	15,0		
k _t	0,4		
k ₁	0,8	0,45 f _{ck}	13,1 [MPa]
k ₃	3,4	0,8 f _{yk}	360,0 [MPa]
k ₄	0,425	W _{k,lim}	0,2 [mm]
valori limite			

Verifiche SLU

Per la sezione in esame seguono le verifiche a flessione e a taglio eseguite in corrispondenza degli stati limite ultimi.

SLU	
M _{Ed}	155,00 [kNm]
N _{Ed}	0 [kN]
V _{Ed}	154,00 [kN]
presso-flessione	
M _{Rd}	195,8 [kNm]
FS	1,26
taglio	
V _{Rdc}	176,3 [kN]
non serve armatura a taglio	
V _{Rds}	256,1 [kN]
V _{Rdmax}	1897,7 [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	duttile
ai	42,8 [cm]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 194 di 197
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari						



Le sollecitazioni sono state ottenute trascurando, a favore di sicurezza, le azioni normali di compressione. Le azioni sollecitanti sono inferiori a quelle resistenti, pertanto si ritengono soddisfatte le verifiche.

Verifiche SLE

Seguono le verifiche condotte agli stati limite di esercizio per la combinazione rara che è quella dimensionante.

Combinazione Rara (limitazione tensioni)

SLE	
M _{Ek}	102,00 [kNm]
N _{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	0,0 [kNm]
M _{cr}	106,9 [kNm]
γ _n	-14,68 [cm]
σ _{c,min}	-4,8 [MPa]
σ _{s,min}	-24,4 [MPa]
σ _{s,max}	227,9 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm} -ε _{cm}	- [%]
s _{r,max}	- [cm]
w _k	- [mm]

Combinazione frequente (fessurazione)

SLE	
M _{Ek}	82,00 [kNm]
N _{Ek}	0 [kN]
tensioni e fessure	
M _{dec}	0,0 [kNm]
M _{cr}	106,9 [kNm]
γ _n	-14,68 [cm]
σ _{c,min}	-3,8 [MPa]
σ _{s,min}	-19,7 [MPa]
σ _{s,max}	183,2 [MPa]
k ₂	0,5
ε _{sm} -ε _{cm}	- [%]
s _{r,max}	- [cm]
w _k	- [mm]

Le tensioni sul calcestruzzo e sull'acciaio d'armatura sono sempre inferiori alle massime previste. Le sollecitazioni sono inferiori alle resistenze, le verifiche si ritengono pertanto soddisfatte.

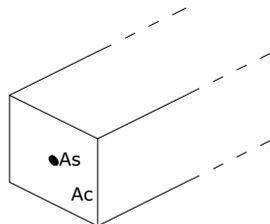
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 195 di 197

10.10 VERIFICA EFFETTI LONGITUDINALI DA RITIRO

Vengono discussi brevemente gli effetti dovuti al ritiro nel calcestruzzo che provocando stati interni di coazione con l'armatura. Scopo della trattazione è quello di verificare l'armatura minima longitudinale nella soletta superiore dello scatolare.

10.10.1 Coazioni interne longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

Per il calcolo delle coazioni interne dovute ai fenomeni di ritiro si consideri una sezione di area unitaria A_c con un'unica barra di armatura di area A_s come rappresentato nell'immagine sottostante:



Si assumono le seguenti ipotesi:

- perfetta aderenza tra calcestruzzo ed acciaio;
- deformata piana della sezione in calcestruzzo;
- comportamento del calcestruzzo e dell'acciaio elastico e lineare,

Le equazioni di equilibrio, congruenza e legame dell'insieme calcestruzzo + acciaio che governano il fenomeno sono:

- $N_c + N_s = 0$ (equazione di equilibrio)
- $\epsilon_r = \epsilon_s - \epsilon_c$ (equazione di congruenza)
- $N_c = A_c \sigma_c = A_c E_c \epsilon_c$ (equazione legame costitutivo del calcestruzzo)
- $N_s = A_s \sigma_s = A_s E_s \epsilon_s$ (equazione legame costitutivo dell'acciaio)

Sostituendo le equazioni di legame in quella di equilibrio ed esprimendo la deformazione del calcestruzzo in funzione di quella dell'acciaio si ha:

$$N_s = - N_c = A_s E_s A_c E_c \epsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c)$$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 196 di 197

Il comportamento viscoso del calcestruzzo viene considerato attraverso l'abbattimento del modulo elastico, pertanto è necessario sostituire il valore di E_c con E_c^* . La tensione sull'acciaio e sul calcestruzzo risultano quindi pari a:

$$\sigma_s = A_c E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

$$\sigma_c = -A_s E_c^* E_s \varepsilon_r / (A_s E_s + A_c E_c^*)$$

10.10.2 Calcolo delle sollecitazioni longitudinali dovute ai fenomeni di ritiro

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari $H/2 = 20$ cm, ed un calcestruzzo C32/40, classe N.

Caratteristiche della sezione:

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$H = 20 \text{ cm}$$

$$A_{s, \text{long}} = 1+1\phi 12/20 = 1130 \text{ mm}^2$$

$$E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 33642 \text{ N/mm}^2$$

Deformazione da ritiro:

$$U.R. = 75\%$$

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2,5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 40 - 10) \times 10^{-6} = 0.06225 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = k_h * \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.319 \text{ ‰} = 0.223 \text{ ‰} \text{ (per } h_0 > 500 \text{ mm, calcestruzzo C32/40 classe N, U.R.=75\%)}$$

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = \mathbf{0.285 \text{ ‰}}$$

A favore di sicurezza, si assume comunque una deformazione $\varepsilon_r = \mathbf{0.400 \text{ ‰}}$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t = \infty) = 1.6$. Il modulo elastico ridotto del calcestruzzo risulta quindi pari a:

$$E_c^* = E_c / (1 + \phi) = 12939,53 \text{ N/mm}^2$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo tombini ferroviari	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0000 001	REV. B	FOGLIO 197 di 197

Tensioni nei materiali:

$$\sigma_s = \frac{(200 * 1000) * 12939.53 * (210000 * 0.00040)}{(1130 * 210000) + (200 * 1000) * 12939.53} = 76,94 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_c = \frac{1130 * 12939.53 * (210000 * 0.00040)}{(1130 * 210000) + (200 * 1000) * 12939.53} = 0,43 \frac{N}{mm^2}$$

La sollecitazione sul calcestruzzo risulta molto inferiore rispetto alla resistenza a trazione e quindi non porta a fessurazione il calcestruzzo; la sollecitazione sull'acciaio risulta modesta ed accettabile per le normali condizioni di esercizio della struttura.