

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

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

ELIMINAZIONE USCITE STI SU G.A. CASALNUOVO - TRATTA B1

GA01 - GALLERIA CASALNUOVO DA KM 0+550,00 A KM 2+860,21

SEZIONE TIPO B1 - TRATTO CIRCUMVESUVIANA DA KM 1+164,00 A KM 1+221,10

COPERTURA DI CHIUSURA

RELAZIONE DI CALCOLO

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

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

I	F	1	M	0	0	V	Z	Z	C	L	G	A	0	1	B	0	0	0	1	C	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	RS	27/03/20	LORENZI	27/03/20	BELLOCCHIO	27/03/20	CASSANI
B	EMISSIONE A SEGUITO RdV n° IF1M-T-0000001487	RS	08/05/20	LORENZI	08/05/20	BELLOCCHIO	08/05/20	
C	EMISSIONE A SEGUITO RdV n° IF1M-T-0000001510	RS	27/05/20	LORENZI	27/05/20	BELLOCCHIO	27/05/20	
								27/05/2020

File: IF1M.0.0.V.ZZ.CL.GA.01.B.0.001-C.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	2 di 55

1	PREMESSA.....	4
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4	MATERIALI UTILIZZATI	11
4.1	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER STRUTTURE GETTATE IN OPERA.....	11
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE	11
5	CRITERI DI VERIFICA	12
5.1	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	12
5.2	COMBINAZIONE DI CARICO	16
5.3	VERIFICHE A FESSURAZIONE.....	20
5.4	TENSIONI DI ESERCIZIO.....	22
6	COPERTURA VANO SCALE INTERNE	23
6.1	ANALISI DEI CARICHI	25
6.1.1	<i>Peso proprio.....</i>	26
6.1.2	<i>Carichi permanenti portati</i>	26
6.1.3	<i>Carico accidentale a lungo termine.....</i>	27
6.1.4	<i>Carico accidentale stradale</i>	28
6.1.5	<i>Azione sismica.....</i>	30
6.1.6	<i>Pressione interna.....</i>	33
6.2	COMBINAZIONI DI CARICO	34
6.3	RISULTATI COMBINAZIONI DI INVILUPPO	35

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C
						PAGINA 3 di 55

6.3.1	<i>Inviluppi SLU.....</i>	35
6.3.2	<i>Inviluppi SLV.....</i>	36
6.3.3	<i>Inviluppi SLE.....</i>	37
6.4	RISULTATI COMBINAZIONI DIMENSIONANTI	39
6.5	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	43
6.5.1	<i>Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU)</i>	44
6.5.2	<i>Verifica agli Stati Limite di Esercizio (SLE)</i>	47
6.6	VERIFICA CONNESSIONE SOLETTA DI CHIUSURA.....	48
6.6.1	<i>Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU)</i>	49
7	COPERTURA VANO COMIGNOLI ZONA FILTRO	50
8	COPERTURA DELLA GALLERIA USCITA STI	51
9	CALCOLO DELLE INCIDENZE	54
9.1	SOLETTA DI CHIUSURA IN C.A.....	54
9.2	SOLETTA DI COPERTURA DELLA SEZIONE TIPO B1 (USCITA STI)	55

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	4 di 55	

1 PREMESSA

Nella presente relazione di Variante si riportano le analisi e le verifiche strutturali della copertura in c.a. a chiusura delle aperture del solettone di copertura della sezione tipo B1 della Galleria Casalnuovo a seguito dell'eliminazione delle uscite STI lato Circumvesuviana al km 1+166,85.

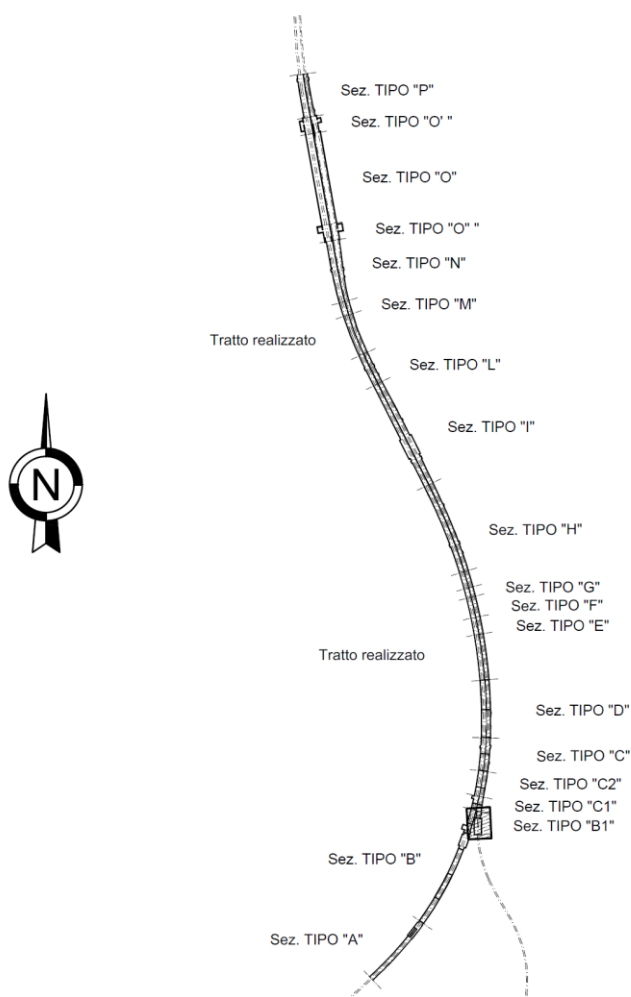


Figura 1. Planimetria generale di galleria

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	5 di 55	

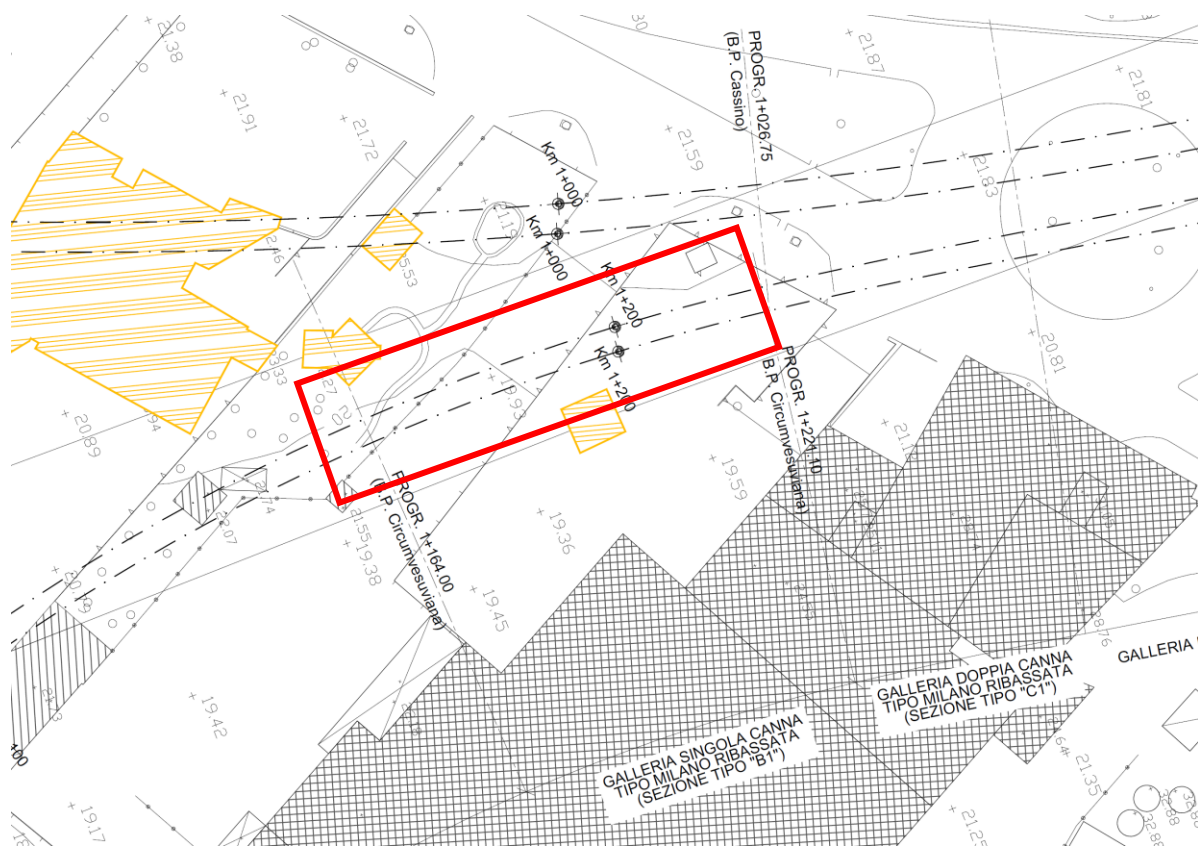


Figura 2 - Planimetria di inquadramento tratta – Stato attuale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 6 di 55

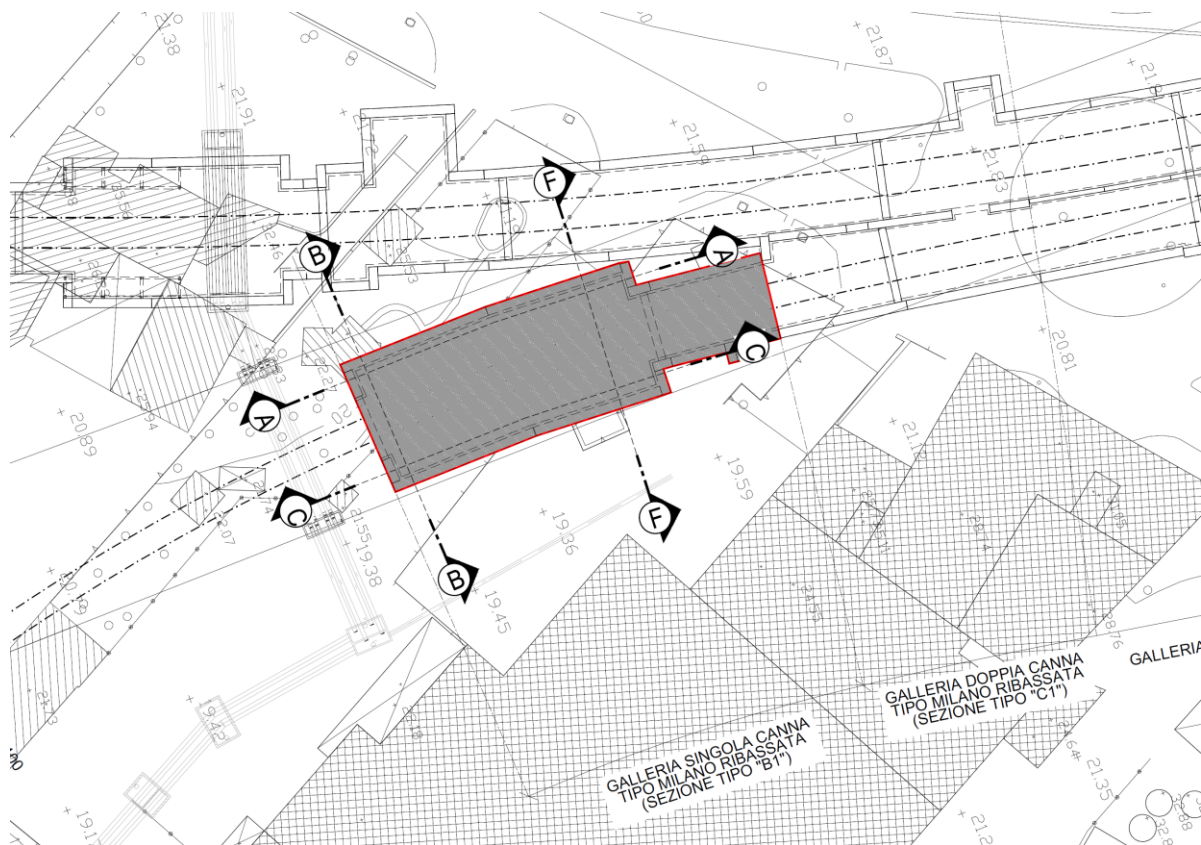


Figura 3 - Planimetria di inquadramento tratta – Stato di Progetto di Variante

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI				
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA:						
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.						
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C
						PAGINA
						7 di 55

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il Progetto di Variante prevede l'eliminazione delle uscite STI lato Circumvesuviana al km 1+166,85 della GA01 sezione tipo B1 ubicate, in Progetto Esecutivo, all'interno delle aree private IDIR e Oleodinamica Napoletana per garantire l'accesso a tali proprietà.

In particolare, per consentire il rinterro della soletta di copertura della galleria si prevede una chiusura in c.a. delle forometrie in corrispondenza delle scale interne e dei comignoli zona filtro, come indicato in Figura 5 e Figura 6.

In corrispondenza dell'apertura dei comignoli zona filtro di dimensioni 40x40 cm si prevede la realizzazione di una soletta di chiusura in c.a. di dimensioni 160x160 cm di spessore 60 cm collegata direttamente al solettone di copertura. Per garantire la tenuta in fase di scavo in condizioni iperbariche si prevede che l'impermeabilizzazione della soletta di copertura della galleria venga fissata meccanicamente in corrispondenza dei bordi esterni della soletta di chiusura (analogo particolare è già previsto in Progetto Esecutivo, per esempio, in corrispondenza del giunto diaframmi-piedritti esterni).

In corrispondenza dell'apertura delle scale interne di dimensioni 225x1140 cm circa si prevede la realizzazione di una soletta di chiusura in c.a. di dimensioni 505x1360 cm di spessore 60 cm collegata direttamente al solettone di copertura. Per garantire la tenuta in fase di scavo in condizioni iperbariche si prevede che l'impermeabilizzazione della soletta di copertura della galleria venga fissata meccanicamente in corrispondenza dei bordi esterni della soletta di chiusura.

La connessione tra la soletta di chiusura in c.a. di progetto e il solettone di copertura della galleria viene garantita da apposite armature di collegamento, come mostrato nella figura seguente.

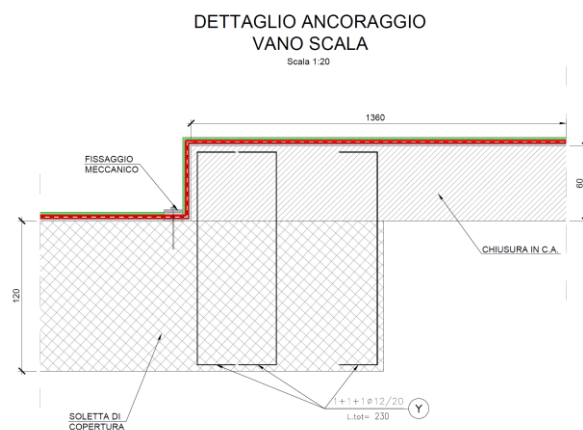


Figura 4 – Collegamento tra soletta di chiusura e solettone di copertura della galleria

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 9 di 55

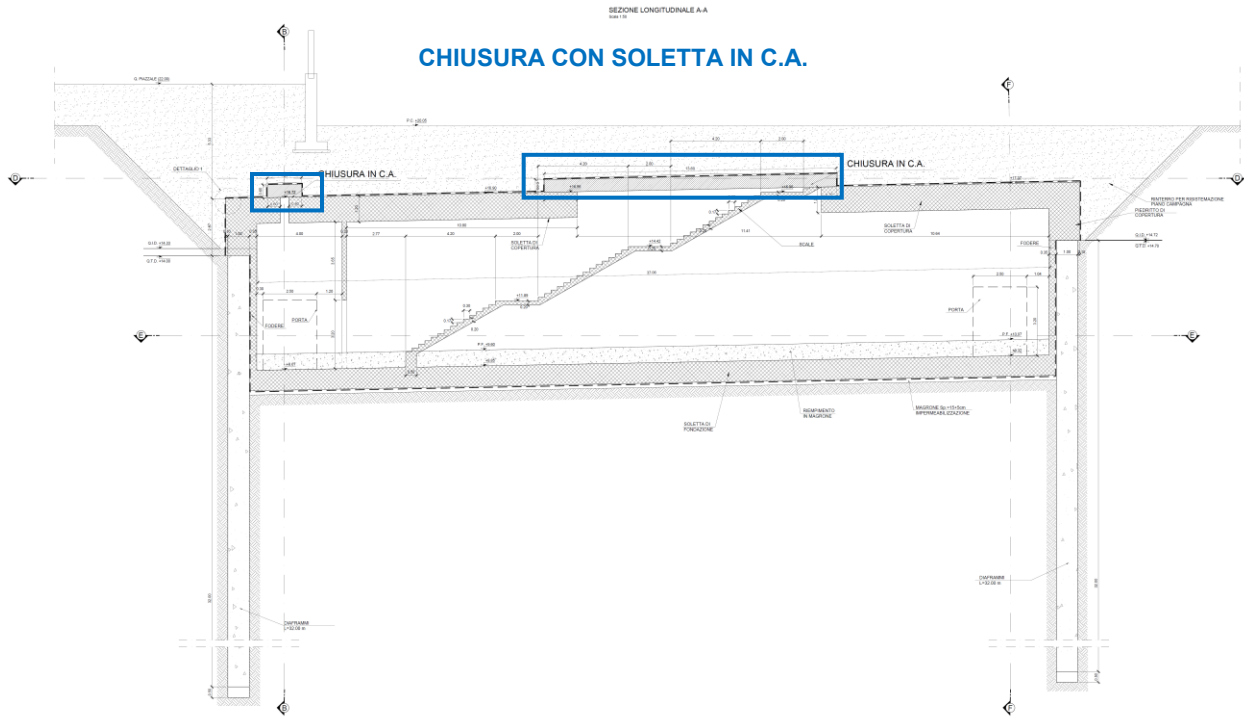


Figura 6 – Uscita STI – Sezione longitudinale A-A - Progetto di Variante

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
Mandatario:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C
						PAGINA
						10 di 55

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta di seguito l'elenco dei documenti dei quali si è tenuto conto in sede di progettazione:

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni" (in sintesi DM 14.01.08 in seguito);
- Circolare 02/02/2009 n. 617/CSLLPP Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale;
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici;
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti;
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto -binario - "RFI DTC INC PO SP IFS 001 A";
- Istruzioni tecniche per la progettazione di manufatti sotto-binario da costruire in zona sismica - "RFI DTC ICI PO SP INF 004 A".
- Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie - "RFI DTC INC CS SP IFS 001 A 29122011".

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
Mandatario:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C
						PAGINA
						11 di 55

4 MATERIALI UTILIZZATI

4.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER STRUTTURE GETTATE IN OPERA

Classe di resistenza	C25/30 MPa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione semplice	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$
dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;	$f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 31476 \text{ N/mm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di Espansione Termica:	$\alpha = 1.00 \text{E-}05 \text{ m/ } ^\circ\text{C}$
Classe di lavorabilità	S3-S4-S5
Classe di esposizione ambientale	XC2
Diametro massimo inerti	25 mm
Copriferro soletta di copertura	40 mm

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE

Classe di resistenza	B450C
Valori limite di tensione	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa} \quad f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
	$1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	12 di 55

5 CRITERI DI VERIFICA

5.1 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico. 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, 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.

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, come specificato per "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h" al §1.1.1 Tab. 1.1.1-1 del manuale RFI "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario". 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:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 112.5 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è pari al 10% ($P_{VR}(\text{SLV})$).

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

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

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*_c .

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
MANDANTE: <u>Mandatario:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.					
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 13 di 55

- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S : coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e topografica (S_t).

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_N [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_R [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	75.0	1.5	112.5	C	T1

Tabella 1 - Parametri per il calcolo dell'accelerazione sismica

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
Loc.	14.353	40.915	-
32980	14.350	40.882	3.666
32981	14.416	40.881	6.485
32759	14.417	40.931	5.645
32758	14.351	40.932	1.892

Tabella 2 - Dati del reticolo di riferimento

Stato limite	P_{VR}	T_R	a_g	F_0	T_c^*
	%	Anni	g	-	sec
SLO	81.0	68.0	0.073	2.340	0.320
SLD	63.0	113.0	0.093	2.340	0.330
SLV	10.0	1068.0	0.221	2.470	0.360
SLC	5.0	2193.0	0.272	2.570	0.360

Tabella 3 - Parametri di pericolosità sismica

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
MANDANTE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			MANDANTE: <u>Mandatario:</u> ASTALDI S.p.A.		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			MANDANTE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.V.ZZ CL GA.01.B0.001 C 14 di 55		

Valutazione della pericolosità sismica

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

p.e. 10% in 50 anni

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
 1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu
 Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N
 [con N = 1,2,3,4,5]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
32980	14.350	40.882	3.666
32981	14.416	40.881	6.485
32759	14.417	40.931	5.645
32758	14.351	40.932	1.892

Coordinate geografiche

Località:

Longitudine: Latitudine:

Parametri per le forme spettrali

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	68	0.073	2.340	0.320
SLD	63	113	0.093	2.340	0.330
SLV	10	1068	0.221	2.470	0.360
SLC	5	2193	0.272	2.570	0.360

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza per esistenti %
75	1.5	112.5	100

☐ Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.5)
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale
- F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale
- T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.
- T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	15 di 55

- T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Stato limite	a_g	S	F_0	F_v	T_b	T_c	T_d
	g	-	-	-	sec	sec	sec
SLO	0.073	1.500	2.340	0.851	0.163	0.489	1.890
SLD	0.093	1.500	2.340	0.965	0.167	0.500	1.973
SLV	0.221	1.373	2.470	1.567	0.177	0.530	2.484
SLC	0.272	1.281	2.570	1.808	0.177	0.530	2.687

Tabella 4 - Parametri spettrali

Come già ricordato la verifica sismica viene condotta per un'opera ricadente in ex Zona Sismica 2 ($a_g=0.221$ g) e Categoria di Sottosuolo C.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Per le analisi allo Stato Limite Ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m * \frac{a_{\max}}{g} \qquad k_v = \pm 0.5 * k_h$$

Essendo l'opera in oggetto una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m , assume il valore: $\beta_m=1$

Pertanto, il valore del coefficiente sismico orizzontale risulta:

$$(SLV) \quad k_h = \beta_m * \frac{a_{\max}}{g} = \beta_m * a_g * S = 0.304$$

Nel calcolo l'azione sismica è schematizzata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	16 di 55	

5.2 COMBINAZIONE 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 NTC.

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

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento allo stato limite di tipo strutturale (STR) che corrisponde al raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.2.V per i parametri geotecnici e le azioni.

combinazione 1 → (A1+M1+R1) → STR

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	M_1	M_2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1	1.25
Resistenza non drenata	c'_{uk}	γ_{cu}	1	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Tabella 5 - Coefficienti parziali per i parametri del terreno

Per le combinazioni di carico analizzate si è fatto generalmente riferimento ai coefficienti di combinazione indicati nel manuale ITALFERR, riportati in Tabella 7; per quei casi di carico elementari non contemplati dalla specifica ferroviaria si è fatto riferimento ai coefficienti di normativa DM2008 riportati in Tabella 6.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 17 di 55

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO γ_F	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti strutturali o comp. definiti	favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.50	1.3
Variabili da traffico	favorevole	γ_Q	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.35	1.35	1.15
Variabili	favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.30

Tabella 6. Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione Eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00	1.00	1.00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30	1.00	1.00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30	1.00	1.00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.45	1.45	1.25	0.20 ⁽⁵⁾	0.20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30	1.00	0.00
Precompressione	favorevole	γ_P	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
	sfavorevole		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al Ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tabella 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

Tabella 7. Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (da manuale RFI)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	18 di 55

Azioni	Descrizione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0.80	0.50	0.00
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.80	0.50	0.00
Gruppi di carico	gr 1	0.80 ⁽²⁾	0.80 ⁽¹⁾	0.00
	gr 2	0.80 ⁽²⁾	0.80 ⁽¹⁾	-
	gr 3	0.80 ⁽²⁾	0.80 ⁽¹⁾	0.00
	gr 4	1.00	1.00 ⁽¹⁾	0.00
Azioni del vento	F_{wk}	0.60	0.50	0.00
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0.80	0.00	0.00
	SLU e SLE	0.00	0.00	0.00
Azioni termiche	T_k	0.60	0.60	0.50

(1) 0.80 se è carico solo un binario, 0.60 se sono carichi due binari e 0.40 se sono carichi 3 o più binari
(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0

Tabella 8. Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM71	0.80 ⁽³⁾	⁽²⁾ ⁽³⁾	0.00
	Treno di carico SW/0	0.80 ⁽³⁾	0.80	0.00
	Treno di carico SW/2	0.00 ⁽³⁾	0.80	0.00
	Treno scarico	1.00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1.00 ⁽³⁾	0.80	0.00

(1) 0.80 se è carico solo un binario, 0.60 se sono carichi due binari e 0.40 se sono carichi 3 o più binari
(2) Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni
(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0

Tabella 9. Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0.75	0.75	0.00
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0.40	0.40	0.00
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0.40	0.40	0.00
	Schema 2	0.00	0.75	0.00

Tabella 10. Coefficienti di combinazione ψ delle azioni variabili per ponti stradali

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 19 di 55

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI			
Mandatario:		TRATTA NAPOLI-CANCELLO			
SALINI IMPREGIO S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
Mandatario:					
SYSTRA S.A.					
SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001
					REV. C
					PAGINA 20 di 55

5.3 VERIFICHE A FESSURAZIONE

Per le verifiche a fessurazione del cemento armato si individua come classe di esposizione del calcestruzzo, tra quelle riportate nella seguente tabella, la XC2.

prospetto 4.1 Classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, in conformità alla EN 206-1		
Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte ad atmosfera salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e ad agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo e al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo
6 Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno

Figura 7. Prospetto 4.1 EN 206-1

Tale classe di esposizione rientra nelle condizioni ambientali ordinarie come desumibile dalla tabella 4.1.III del DM 14.01.08.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	21 di 55

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

Figura 8. Tabella 4.1.III DM 14.01.08

La struttura è realizzata con c.c.a. ordinario e armatura definita poco sensibile, i limiti di apertura di fessura sono quelli riassunti nella tabella seguente:

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

Figura 9. Tabella 4.1.IV DM 14.01.08

I valori limite sono pari a: $w_1 = 0.2$ mm; $w_2 = 0.3$ mm; $w_3 = 0.4$ mm.

Riassumendo i valori limite sarebbero:

- combinazioni frequenti w_3 ;
- combinazioni quasi permanenti w_2 .

Tuttavia, il manuale ITALFERR “Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” al punto 1.8.3.2.4, prevede che l’apertura convenzionale delle fessure, calcolata in riferimento alle combinazioni rare per gli Stati Limite di Esercizio, debba risultare:

- $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.01.08, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.01.08.

Riepilogando e riassumendo, dunque, le verifiche imposte dal manuale di progettazione sono più stringenti e pertanto saranno quelle esplicitate nei paragrafi di verifica seguenti dimostrando che si rispettano i seguenti limiti:

- combinazioni rare (strutture a permanente contatto con il terreno) w_1 ;
- combinazioni rare (strutture non a permanente contatto con il terreno) w_2 .

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 22 di 55

5.4 TENSIONI DI ESERCIZIO

Le tensioni limite per i diaframmi oggetto della presente relazione sono le seguenti.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo:

- $\sigma_c = 0.55 f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$ (combinazione rara);
- $\sigma_c = 0.40 f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$ (combinazione quasi permanente).

Tensione massima dell'acciaio:

$\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$ (combinazione rara).

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 23 di 55

6 COPERTURA VANO SCALE INTERNE

Data la configurazione della struttura per il dimensionamento e la verifica delle sue parti si è sviluppato un modello piano, che rappresenta un tratto di struttura di lunghezza unitaria: gli elementi strutturali che costituiscono la soletta della copertura del vano scale sono schematizzati mediante elementi beam.

La struttura è stata vincolata alle due estremità tramite vincoli alla traslazione verticale e orizzontale (cerniere).

La geometria del modello è stata dedotta dalle reali caratteristiche dimensionali dell'opera schematizzando i singoli elementi strutturali nel loro asse. Gli spessori sono quelli nominali di progetto e in particolare:

- spessore della soletta di copertura vano scale: $S_s = 0.60 \text{ m}$
- larghezza della soletta di copertura vano scale: $L_s = 3.85 \text{ m}$

X-Z Plane @ Y=0



Figura 10. Vista unifilare del modello

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 24 di 55

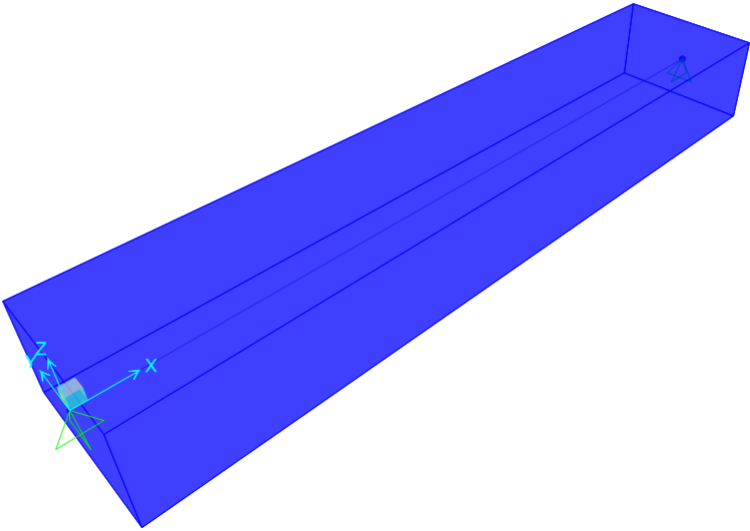


Figura 11. Vista solida del modello

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 25 di 55

6.1 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi e di esercizio. Vengono presi in considerazione n° 8 Casi Di Carico (CDC1÷CDC8), di seguito descritti. Tali Casi Di Carico saranno poi opportunamente combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Tutte le valutazioni, analisi e verifiche sono state condotte in riferimento a tratti strutturali di lunghezza unitaria modellando i diversi elementi strutturali in asse.

I principali parametri geometrici oltre agli spessori degli elementi strutturali riassunti precedentemente, risultano essere i seguenti:

- spessore totale minimo del ricoprimento $H_{rmin} = 2.35 \text{ m}$
- spessore totale massimo del ricoprimento $H_{rmax} = 3.40 \text{ m}$
- larghezza esterna dell'opera: $L = 5.05 \text{ m}$

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m^3
- terreno di ricoprimento: 18 kN/m^3

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
Mandatario:	Mandante:					
SALINI IMPREGILO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C
						PAGINA
						26 di 55

6.1.1 *Peso proprio*

Il peso proprio della struttura viene assunto dal programma di calcolo automaticamente in base al peso specifico del calcestruzzo (25 kN/m³).

Tale carico viene considerato in Casi Di Carico CDC 1.

6.1.2 *Carichi permanenti portati*

Soletta superiore

- peso ricoprimento $3.40 \cdot 18 =$ **61.20 kN/m²**

- peso massetto $0.11 \cdot 25 =$ **2.75 kN/m²**

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nel Caso Di Carico CDC 2.

Frame Span Loads (P_RIC) (As Defined)

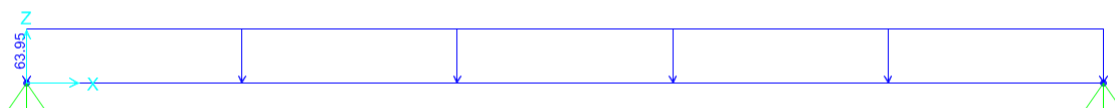


Figura 12. Caso di carico CDC 2 (ricoprimento)

Nelle combinazioni in cui il carico corrispondente al rinterro ha un effetto favorevole in termini di sollecitazione degli elementi strutturali si considera lo spessore minimo individuato lungo la tratta mediante l'applicazione di un coefficiente fittizio ($2.35/3.40 = 0.69$). E' questo il caso di massimizzazione della flessione negativa (verso l'alto) della copertura per effetto dell'aria compressa. In particolare si è considerata una combinazione con pressione del compartimento con valore caratteristico, carichi accidentali nulli e rinterro minimo.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	27 di 55	

6.1.3 Carico accidentale a lungo termine

Per considerare gli effetti di un sovraccarico accidentale di lungo termine agente a piano campagna nel lungo termine è stato applicato un carico uniformemente distribuito di intensità pari a 20 kN/m.

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nel Caso Di Carico CDC 3.

Frame Span Loads (Q) (As Defined)

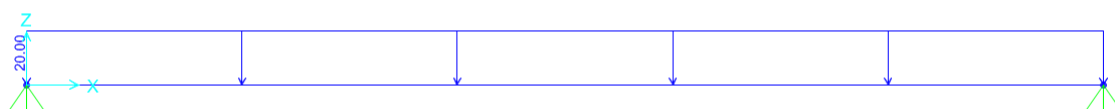


Figura 13. Caso di carico CDC 3 (Accidentale)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	28 di 55	

6.1.4 Carico accidentale stradale

Per considerare gli effetti dei carichi veicolari agenti a piano campagna sono stati considerati i carichi di riferimento descritti nel paragrafo 5.1.3.3 del D.M. 14/01/2008.

In particolare lo schema di carico 1 è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem e da carichi uniformemente distribuiti; i carichi concentrati sono pari a:

$Q1k = 300 + 300 = 600 \text{ kN}$, su corsia n.1 di larghezza convenzionale pari a 3 m;

$Q2k = 200 + 200 = 400 \text{ kN}$, su corsia n.2 di larghezza convenzionale pari a 3 m;

$Q3k = 100 + 100 = 200 \text{ kN}$, su corsia n.3 di larghezza convenzionale pari a 3 m.

Si ipotizza che tali carichi siano applicati su un'impronta rettangolare pari a 2.4 x 1.60 m (1.6 m sviluppo parallelo alla corsia di traffico, 2.4 m sviluppo perpendicolare), ovvero pari all'ingombro complessivo esterno del tandem. Per quanto riguarda i carichi uniformemente distribuiti (associati ai carichi tandem) si considera prudenzialmente il carico $q1k = 9 \text{ kN/m}^2$ applicato a tutte le colonne di carico (la norma prevede l'applicazione dalla seconda alla n-esima corsia di un carico ridotto da 2.5 kN/m^2).

I carichi tandem vengono ripartiti sia in direzione longitudinale che trasversale dal piano stradale al piano medio della soletta superiore. Si assume che la diffusione avvenga con un angolo di 30° attraverso il rilevato stradale (in accordo al punto C5.1.3.3.7.1 della circolare ministeriale del 02/02/2009) e con un angolo di 45° nella soletta superiore. L'effetto dei carichi tandem sulla soletta superiore viene pertanto messo in conto attraverso la determinazione di un carico equivalente distribuito q_{eq} a cui si somma il carico uniforme $q1k = 9 \text{ kN/m}^2$.

Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale (parallela all'asse stradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

$$Ldl = 1.6 \text{ m} + 2x [\tan 30^\circ \times H_r + \tan 45^\circ \times S_s/2]$$

Adottando cautelativamente il valore del rinterro minimo, nel caso in esame risulta:

$$Ldl = 1.60 + 2 * (2.35 * \tan 30^\circ + 0.30) = 4.91 \text{ m}$$

Diffusione del carico tandem in direzione trasversale (ortogonale all'asse stradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione trasversale è pari a:

$$Ldt = 2.40 + 2 * (2.35 * \tan 30^\circ + 0.30) = 5.71 \text{ m}$$

Poiché la diffusione è maggiore rispetto alla larghezza convenzionale si ha la sovrapposizione parziale tra la diffusione delle 2 maggiori corsie.

$$Q = (600+400)/(4.91*5.71) = 35.6 \text{ kN/m}^2$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 29 di 55

A questa condizione si sovrappone il carico $q = 9 \text{ kN/m}$ uniforme su tutta la soletta (corrispondente al carico q1k).

Tali carichi vengono rispettivamente considerati nel Caso Di Carico CDC 4 e 5.

Frame Span Loads (q1k) (As Defined)

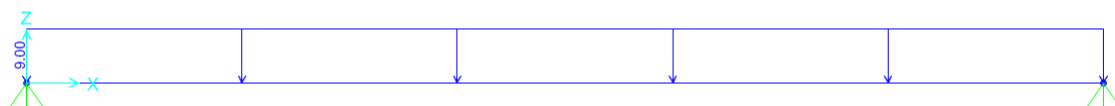


Figura 14. Caso di carico CDC 4 (q1k)

Frame Span Loads (Q1k.) (Global Csys)

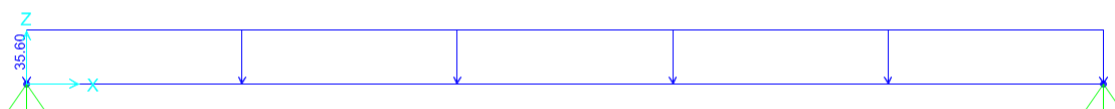


Figura 15. Caso di carico CDC 5 (Q1k)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	30 di 55

6.1.5 Azione sismica

Le sovraspinte sismiche del terreno, valutate come riportato in seguito, vengono considerate nei seguenti Casi Di Carico:

- sovraspinta e spinta inerziale degli elementi agenti in direzione trasversale positiva (X+) CDC 6
- sovraspinta e spinta inerziale degli elementi agenti in direzione verticale negativa (Z-) CDC 7

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P * k_h$$

$$k_h = \beta_m * \frac{a_{max}}{g} = 0.304 \quad (SLV)$$

P = peso proprio;

k = coefficienti sismici.

L'accelerazione massima orizzontale e quella verticale, sono state applicate alla struttura moltiplicando il peso proprio strutturale, calcolato in automatico dal software, rispettivamente per

$$a_g/g * S_s * S_t = \pm 0.221 * 1.372 * 1.00 = \pm 0.304$$

$$a_{gv}/g * S_s * S_t = \pm 0.14 * 1.00 * 1.00 = \pm 0.141$$

Per tenere conto dell'accelerazione sismica si considerano:

- le spinte inerziali agenti sulla soletta superiore dovute alla massa di terreno di ricoprimento risultano in direzione orizzontale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$q_{sis \text{ rint,or}} = \pm \gamma_{rinterro} * h_{rinterro} * a_g/g * S_s * S_t = \pm 18.00 \text{ kN/m}^3 * 3.40 \text{ m} * 0.304 = \pm 18.60 \text{ kN/m}^2$$

e in direzione verticale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$q_{sis \text{ rint,ver}} = -\gamma_{rinterro} * h_{rinterro} * a_{gv}/g * S_s * S_t = -18.00 \text{ kN/m}^3 * 3.40 \text{ m} * 0.141 = -8.63 \text{ kN/m}^2$$

- le spinte inerziali agenti sulla soletta superiore dovute al peso proprio della stessa risultano in direzione orizzontale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

APPALTATORE:		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
Mandataria:	Mandante:					
SALINI IMPREGIO S.p.A.	ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA:						
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.		IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C
						PAGINA
						31 di 55

$$q_{\text{sis cls,or}} = \pm \gamma_{\text{cls}} * h_{\text{cls}} * a_g/g * S_s * S_t = \pm 25.00 \text{ kN/m}^3 * 0.6 \text{ m} * 0.304 = \pm 4.56 \text{ kN/m}^2$$

e in direzione verticale con una distribuzione di carico uniforme pari a:

$$q_{\text{sis cls,ver}} = -\gamma_{\text{cls}} * h_{\text{cls}} * a_{gv}/g * S_s * S_t = - 25.00 \text{ kN/m}^3 * 0.6 \text{ m} * 0.141 = - 2.115 \text{ kN/m}^2$$

Frame Span Loads (P_RIC_H) (As Defined)



Frame Gravity Multipliers (L,H) (Global CSys)

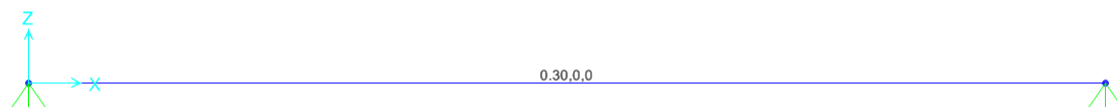


Figura 16. Caso di carico CDC 6 (Sisma X+)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001
						REV. C
						PAGINA 32 di 55

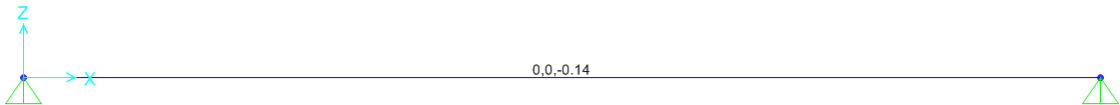
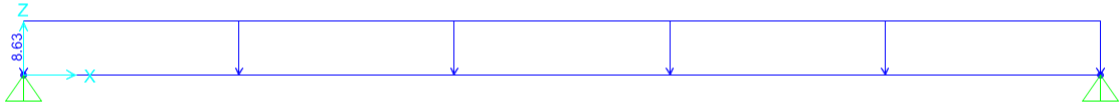


Figura 17. Caso di carico CDC 7 (Sisma verticale)

APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.								
PROGETTISTA:								
Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	33 di 55

6.1.6 Pressione interna

Per poter condurre le operazioni di scavo ed eseguire il getto delle strutture interne della galleria all'asciutto è previsto l'abbassamento del livello di falda al di sotto del piano di scavo mediante l'uso di aria in pressione. Per il calcolo si assume il massimo valore di pressione considerando il valore di progetto previsto per i compartimenti nel tratto in esame e per i successivi, che corrisponde a 0.9 bar.

Tale carico viene considerato nel Caso Di Carico CDC 8.

Frame Span Loads (PRESSURE) (As Defined)

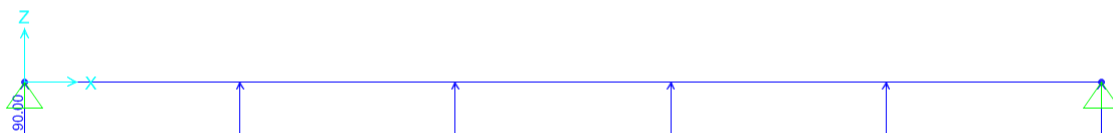


Figura 18. Caso di carico CDC 8 (Pressione interna)

Come anticipato nei paragrafi precedenti, nelle combinazioni in cui si è considerata la pressione interna, al fine di massimizzare la flessione negativa (verso l'alto) della copertura si considera il rinterro minimo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 34 di 55

6.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La tabella riporta il peso nella combinazione, assunto per ogni caso di carico.

Cmb	CDC 1	CDC 2	CDC 3	CDC 4	CDC 5	CDC 6	CDC 7	CDC 8
SLU01	0.9	0.621	0	0	0	0	0	1.1
SLU02	1.35	1.35	1.50	1.0125	1.0125	0	0	0
SLU03	1.35	1.35	1.20	1.35	1.35	0	0	0
SLU04	1.35	1.35	1.50	1.35	1.35	0	0	0
SLV01	1	1	0.2	0.2	0.2	1	0.3	0
SLV02	1	1	0.2	0.2	0.2	0.3	1	0
SLE-R-01	1	0.69	0	0	0	0	0	1
SLE-R-02	1	1	1	0.75	0.75	0	0	0
SLE-R-03	1	1	0.8	1	1	0	0	0
SLE-R-04	1	1	1	1	1	0	0	0

APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
<u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.									
PROGETTISTA:									
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	35 di 55	

6.3 RISULTATI COMBINAZIONI DI INVILUPPO

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi effettuata, in termini di inviluppo delle varie sollecitazioni.

6.3.1 Involuppi SLU

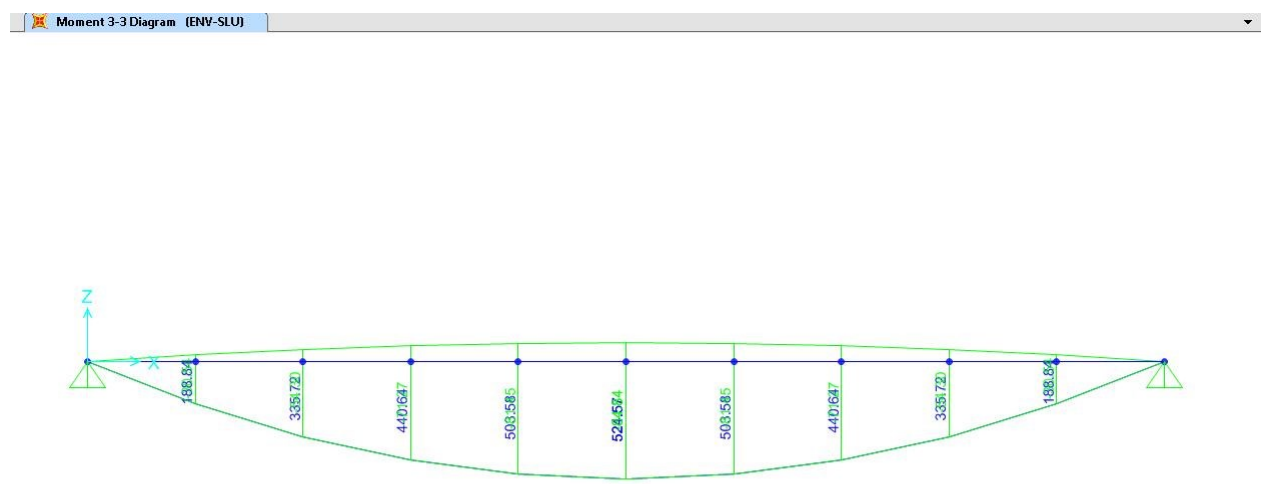


Figura 19. Inviluppo del momento flettente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
MANDANTE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 36 di 55

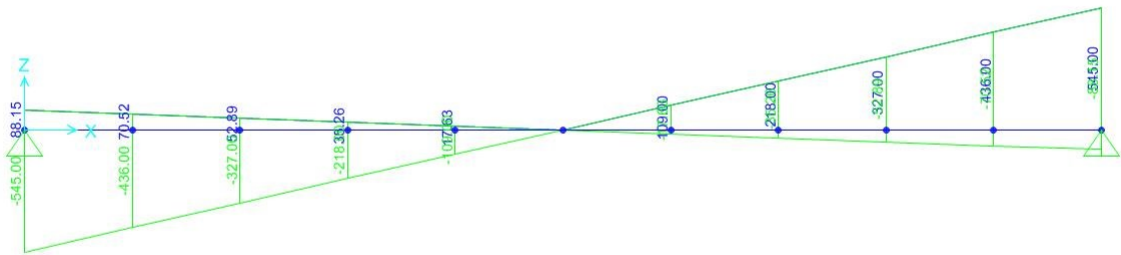


Figura 20. Involuppo del taglio

6.3.2 Involuppi SLV

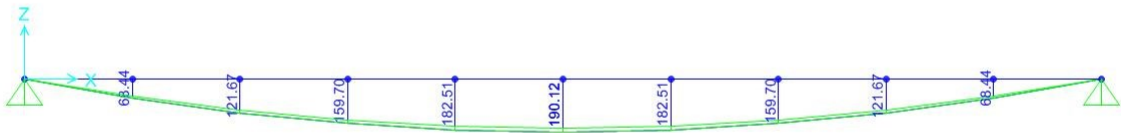


Figura 21. Involuppo del momento flettente

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 37 di 55	



Figura 22. Involuppo del taglio

6.3.3 Involuppi SLE

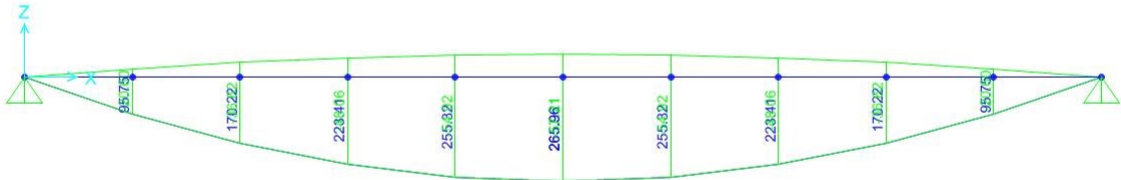


Figura 23. Involuppo del momento flettente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 38 di 55

Deformed Shape (ENV-SLE-R)

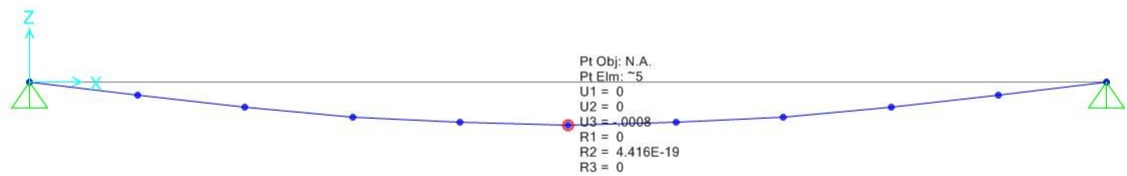


Figura 24. Inviluppo spostamenti

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO		
<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 39 di 55

6.4 RISULTATI COMBINAZIONI DIMENSIONANTI

Di seguito si riportano i diagrammi delle combinazioni dimensionanti.

 Moment 3-3 Diagram (SLU01) 

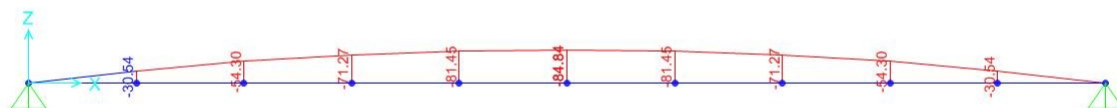


Figura 25. Momento flettente (SLU-01)

 Shear Force 2-2 Diagram (SLU01) 

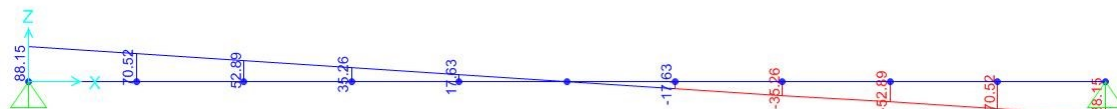


Figura 26. Taglio (SLU-01)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 40 di 55

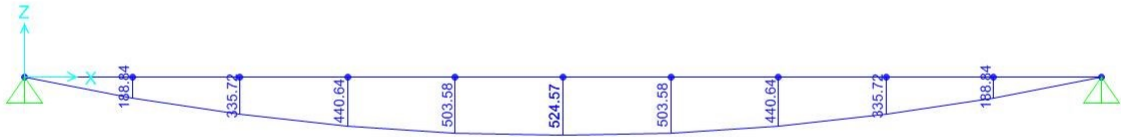


Figura 27. Momento flettente (SLU-04)

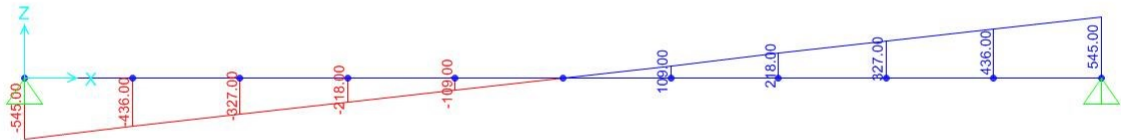


Figura 28. Taglio (SLU-04)

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.							
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 41 di 55

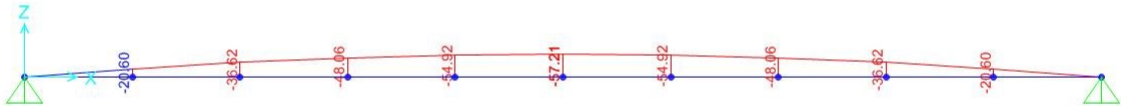


Figura 29. Momento flettente (SLE-R-01)

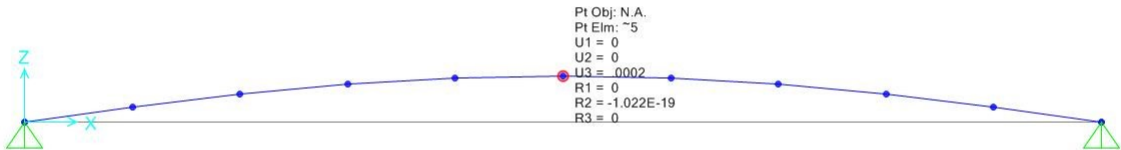


Figura 30. Spostamenti (SLE-R-01)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 42 di 55

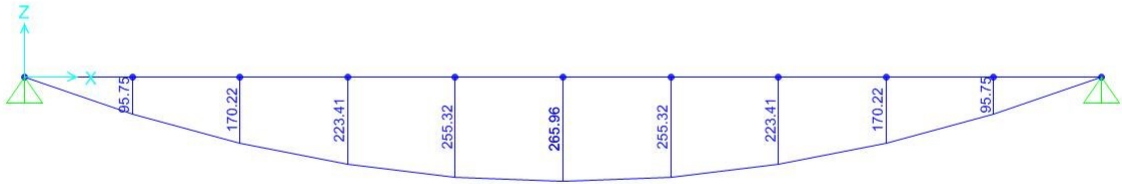


Figura 31. Momento flettente (SLE-R-04)

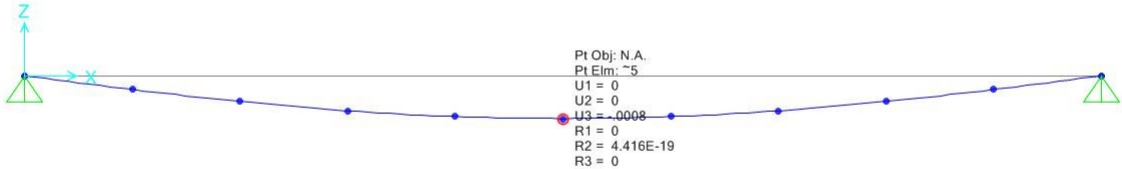


Figura 32. Spostamenti (SLE-R-04)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 43 di 55

6.5 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

Le verifiche sono state eseguite per ogni combinazione di carico in corrispondenza di ogni nodo del modello di calcolo. Nel seguito si esplicheranno solo le verifiche dimensionanti ovvero quelle cui corrisponde il maggiore indice di verifica di pressoflessione M-N e a taglio.

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza allo SLU e le verifiche di fessurazione e tensionali allo SLE per la soletta di chiusura.

Per la soletta di chiusura è stata considerata la seguente armatura per le verifiche strutturali:

- Armatura inferiore: 5Φ30 al metro
- Armatura superiore: 5Φ30 al metro
- Armatura trasversale: spilli Φ12 / 20x40 cm
- Ripartitori superiori e inferiori: 5Φ16 al metro

Il copriferro da asse barra dell'armatura principale risulta pari a **8,3 cm**. Gli eventuali ed ulteriori registri di armatura sono distanziati da barrotti di diametro pari a 30 mm; ai fini di verifica, cautelativamente, si sono considerati a una distanza calcolata sugli assi di 6 cm dallo strato più esterno.

Le verifiche a pressione flessione M-N verranno eseguite in mezzzeria in corrispondenza del massimo momento flettente, mentre le verifiche a taglio verranno eseguite nelle sezioni di estremità.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
MANDANTE: <u>Mandatario:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.					
MANDANTE: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL
			DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 44 di 55

6.5.1 Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU per presso-flessione, per le sezioni in esame.

Sezione	Nodo	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	Combo	b _w [mm]	d [mm]	As A's	M _{Rd} [kNm]
SEZ. A	1	0.0	0.0	SLU01	1000	517	5f30 5f30	647.4
SEZ. B	2	0.0	524.6	SLU04	1000	517	5f30 5f30	647.4
SEZ. C	3	0.0	0.0	SLU01	1000	517	5f30 5f30	-647.4

Dove:

- Sezione = sezione di verifica;
- Nodo = nodo soggetto alla sollecitazione indicata;
- N_{Ed} = azione assiale associata ad M_{Ed} nella sezione e nella combinazione di carico indicata;
- M_{Ed} = momento flettente agente nella sezione e nella combinazione di carico indicata;
- Combo = combinazione di carico considerata;
- b_w = Larghezza media resistente a taglio [mm] misurata parallelamente all'asse neutro. È data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e l'altezza utile media pesata "d".
- d = Altezza utile media pesata [mm] valutata lungo strisce ortogonali all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce;
- As = armatura lato interno per le pareti verticali (per la copertura lato superiore);
- A's = armatura lato terra per le pareti verticali (per la copertura lato inferiore);
- M_{Rd} = momento flettente resistente della sezione.

Per tutti i casi analizzati risulta $M_{Rd} > M_{Sd}$, e la verifica agli Stati Limite Ultimi è ovviamente soddisfatta.

APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
<u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.						
PROGETTISTA:								
<u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE								
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	45 di 55

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU per taglio, per le sezioni in esame.

Con riferimento al § 4.1.2.1.3.1 del D.M. 14/01/2008, si controlla dapprima il taglio resistente di sezioni in calcestruzzo non armato.

Sezione	Nodo	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	Combo	b _w [mm]	d [mm]	V _{Rd} [kN]
SEZ. A	1	0.0	-545.0	SLU04	1000	517	-258.9
SEZ. B	2	0.0	0.0	SLU04	1000	517	258.9
SEZ. C	3	0.0	545.0	SLU04	1000	517	258.9

Dove:

- b_w = Larghezza media resistente a taglio [mm] misurata parallelamente all'asse neutro. È data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e l'altezza utile media pesata "d";
- d = Altezza utile media pesata [mm] valutata lungo strisce ortogonali all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.

In presenza di specifica armatura trasversale (§ 4.1.2.1.3.2 del D.M. 14/01/2008), la resistenza a taglio di progetto V_{Rd} è pari al minimo valore tra la resistenza a "taglio trazione" V_{Rsd} dell'armatura e la resistenza a "taglio compressione" V_{Rcd} del calcestruzzo d'anima, valutate secondo le formulazioni seguenti:

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

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

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

Adottando:

- $\operatorname{ctg} \theta = 2.5$ ($1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5$)
- $\operatorname{ctg} \alpha = 0$ e $\sin \alpha = 1$
- $\alpha_c = 1$

APPALTATORE: <u>Mandataria:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 46 di 55

- $f_{yd} = 450/1.15 = 391.30 \text{ MPa}$
- $A_{sw}/s = 1 \phi 12 \text{ passo } 40 \times 20 \text{ cm al metro (A, C)}$

Si ottiene:

Sezione	Nodo	$V_{Ed} \text{ [kN]}$	Combo	$A_{sw}/s \text{ [mm}^2/\text{m]}$	$b_w \text{ [mm]}$	$d \text{ [mm]}$	$V_{Rd} \text{ [kN]}$
SEZ. A	1	-545.0	SLU04	1413.7	1000	517	-643.5
SEZ. C	3	545.0	SLU04	1413.7	1000	517	643.5

Risulta $V_{Rd} > V_{Sd}$, e la verifica agli Stati Limite Ultimi è ovviamente soddisfatta.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	47 di 55	

6.5.2 Verifica agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

Le verifiche tensionali e a fessurazione sono condotte con riferimento alla combinazione di carico caratteristica (rara).

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLE per presso-flessione, per le sezioni in esame.

Sezione	Nodo	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	Combo	b _w [mm]	d [mm]	As A's	σ _c [MPa]	σ _s [MPa]
SEZ. B	2	0.0	266.0	SLE-R-04	1000	517	5f30 5f30	-5.3	165.5

Dove:

- Sezione = sezione di verifica;
- Combo = combinazione di carico considerata;
- M_{Sd} = momento flettente agente nella sezione e nella combinazione di carico indicata (positivo se tende le fibre interne);
- As = armatura lato interno per le pareti verticali (per la copertura lato superiore);
- A's = armatura lato terra per le pareti verticali (per la copertura lato inferiore).

Si riportano nel seguito le verifiche a fessurazione per le sezioni in esame.

Sezione	Nodo	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	Combo	b _w [mm]	d [mm]	As A's	M _l [kNm]	w _d [mm]
SEZ. B	2	0.0	266.0	SLE-R-04	1000	517	5f30 5f30	163.4	0.258

Dove:

- M_l = momento di prima fessurazione, nel quale la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è pari a f_{ctm}/1.2.

Il copriferro netto considerato nel calcolo è pari a 4 cm per la soletta di copertura e piedritti.

Le verifiche tensionali e di fessurazione sono dunque soddisfatte con riferimento ai limiti indicati al § 5.4 e § 5.3.

La verifica per combinazioni quasi permanenti viene omessa in quanto la tensione nel cls per combinazioni rare è già inferiore a quella limite (§ 5.4).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.			<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.01.B0.001	REV. C	PAGINA 48 di 55

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

6.6 VERIFICA CONNESSIONE SOLETTA DI CHIUSURA

Di seguito si riporta la verifica della connessione tra la soletta di chiusura del vano scala e la soletta di copertura della galleria.

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime di trazione e di taglio:

Joint Reactions (SLU01)

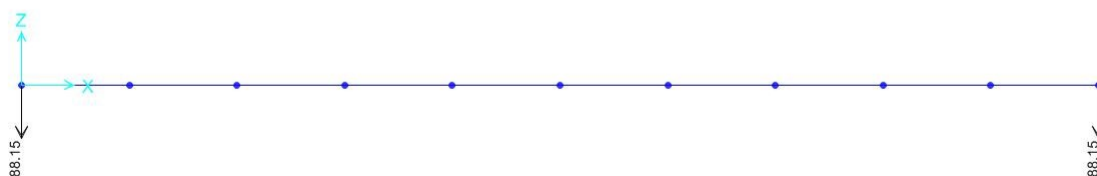


Figura 33. Reazioni vincolari (SLU-01)

Joint Reactions (SLV01)



Figura 34. Reazioni vincolari (SLV-01)

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	49 di 55

Per la connessione della soletta di chiusura è stata considerata la seguente armatura per le verifiche strutturali:

- Armatura lato interno: 5Φ12 al metro
- Armatura lato esterno: 5Φ12 al metro

6.6.1 Verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Considerando cautelativamente le seguenti azioni massime:

Ned = 88.2 kN/m (trazione)

Ved = 44.6 kN/m

Risulta:

$$\sigma_s = 88200 / (5 \cdot 2 \cdot 113.1) = 78.0 \text{ N/mm}^2 < f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_s = 4 / 3 \cdot 44600 / (5 \cdot 2 \cdot 113.1) = 52.6 \text{ N/mm}^2 < f_{yd} / \alpha_{cr}(3) = 225.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,ld} = (78.0^2 + 3 \cdot 52.6^2)^{0.5} = 120 \text{ N/mm}^2 < f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

Le verifiche risultano soddisfatte.

Per maggiori garanzie durante lo scavo in condizioni ibercariche, si prevede un secondo strato di 5Φ12 al metro disposto sul lato interno.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.								
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	50 di 55

7 COPERTURA VANO COMIGNOLI ZONA FILTRO

Considerato che in corrispondenza dell'apertura dei comignoli è prevista una soletta di chiusura analoga a quella delle scale interne, la verifica viene omessa in quanto la forometria dei comignoli, pari a 40x40 cm, risulta inferiore a quella delle scale interne verificata al precedente par. 6.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	51 di 55	

8 COPERTURA DELLA GALLERIA USCITA STI

Di seguito si riporta la verifica della copertura della galleria in corrispondenza dell'uscita STI nella nuova configurazione prevista in variante.

Considerato che durante le fasi di scavo in condizioni iperbariche il ritombamento previsto al di sopra della soletta di copertura è diminuito di 2.20 m circa rispetto a quanto previsto in Progetto Esecutivo, si riporta di seguito la verifica strutturale in tale condizione considerando una sezione rettangolare di dimensioni 100x150 cm avente la seguente armatura di Progetto Esecutivo:

- Armatura inferiore corrente: $\Phi 30/10$ cm + $\Phi 30/10$ cm (secondo strato)
- Armatura superiore corrente: $\Phi 24/10$
- Armatura superiore aggiuntiva in appoggio (su una lunghezza di 300 cm): $\Phi 30/10$
- Spille correnti: spilli $\Phi 12$ / 40x30 cm
- Spille in appoggio (su una lunghezza di 400 cm): spilli $\Phi 12$ / 20x30 cm
- Ripartitori superiori e inferiori: $\Phi 20/10$

Considerando una lunghezza della sezione di calcolo pari a $L=16.9$ m e uno schema di calcolo di trave su due appoggi, si ottiene:

$$M_{Ed, SLU} = 1/8*(-90*1.1+2.35*18*0.9+1.5*25*0.9)*16.9^2 = -970.4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed, SLU} = 1/2*(-90*1.1+2.35*18*0.9+1.5*25*0.9)*16.9 = -229.7 \text{ kN}$$

$$M_{Ed, SLE} = 1/8*(-90+2.35*18+1.5*25)*16.9^2 = -364.2 \text{ kNm}$$

APPALTATORE:			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
<u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.							
PROGETTISTA:									
<u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.			<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE			PROGETTO		LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			IF1M		0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	52 di 55

Verifica SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

?

Titolo :

N° strati barre

3

Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	150

N°	As [cm²]	d [cm]
1	70.69	141.6
2	70.69	135.6
3	45.24	8.4

Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N_{Ed}

0

kN

M_{xEd}

-970.4

kNm

M_{yEd}

0

P.to applicazione N

Centro

Baricentro cls

Coord.[cm]

xN

0

yN

0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U. +

S.L.U. -

Metodo n

Tipo flessione

Retta

Devata

N° rett.

100

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀

0

cm

Col. modello

Materiali

B450C

C25/30

ε_{su}

67.5

‰

ε_{c2}

2

‰

f_{yd}

391.3

N/mm²

ε_{cu}

3.5

‰

E_s

200 000

N/mm²

f_{cd}

14.17

E_s/E_c

15

f_{cc}/f_{cd}

0.8

?

ε_{syd}

1.957

‰

σ_{c,adm}

9.75

σ_{s,adm}

255

N/mm²

τ_{co}

0.6

τ_{c1}

1.829

M_{xRd}

-2 468

kN m

σ_c

-14.17

N/mm²

σ_s

391.3

N/mm²

ε_c

3.5

‰

ε_s

38.2

‰

d

141.6

cm

x

11.88

x/d

0.08393

δ

0.7

Precompresso

Verifica SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

?

Titolo :

N° strati barre

3

Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	150

N°	As [cm²]	d [cm]
1	70.69	141.6
2	70.69	135.6
3	45.24	8.4

Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N_{Ed}

0

kN

M_{xEd}

-970.4

kNm

M_{yEd}

0

P.to applicazione N

Centro

Baricentro cls

Coord.[cm]

xN

0

yN

0

Tipo Sezione

Rettan.re

Trapezi

a T

Circolare

Rettangoli

Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U. +

S.L.U. -

Metodo n

Tipo flessione

Retta

Devata

N° iterazioni:

4

Materiali

B450C

C25/30

ε_{su}

67.5

‰

ε_{c2}

2

‰

f_{yd}

391.3

N/mm²

ε_{cu}

3.5

‰

E_s

200 000

N/mm²

f_{cd}

14.17

E_s/E_c

15

f_{cc}/f_{cd}

0.8

?

ε_{syd}

1.957

‰

σ_{c,adm}

9.75

σ_{s,adm}

255

N/mm²

τ_{co}

0.6

τ_{c1}

1.829

Verifica

Precompresso

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	53 di 55	

La verifica a taglio viene omessa in quanto il taglio sollecitante $V_{Ed, SLU} = -229.7 \text{ kN}$ è inferiore a quello utilizzato e già verificato in fase di Progetto Esecutivo (pari a 1166.1 kN).

Le verifiche risultano quindi tutte soddisfatte.

Dai risultati sopra ottenuti si evince che, in analogia al Progetto Esecutivo, le sollecitazioni in fase di scavo (Fase 1 in Progetto Esecutivo) non sono dimensionanti rispetto a quelle della fase finale della galleria (Fase 2 in Progetto Esecutivo); analoghe considerazioni valgono per i diaframmi e i piedritti.

Per quanto riguarda la verifica della soletta di copertura della galleria nella fase finale, nella tabella seguente si riporta un confronto tra i carichi considerati in fase di Progetto Esecutivo agenti sulla soletta di copertura della galleria con quelli previsti nel presente progetto di variante.

Carico	PE		PEV	
	SLE	SLU	SLE	SLU
Peso ricoprimento (kN/m)	95.76	129.28	61.2	82.62
Peso massetto (kN/m)	2.50	3.375	2.75	3.71
Carico accidentale generico (kN/m)	20.00	30.00	0.00	0.00
Carico da traffico stradale (kN/m)	0.00	0.00	44.60	60.21
	118.26	162.65	108.55	146.54

Dalla tabella sopra riportata si evince che i carichi previsti nella configurazione di variante sono inferiori a quelli previsti in Progetto Esecutivo. Pertanto le verifiche della soletta di copertura e dei piedritti della galleria risultano automaticamente soddisfatte con le armature previste in PE, anche nella fase finale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGIO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001
						REV. C
						PAGINA 54 di 55

9 CALCOLO DELLE INCIDENZE

9.1 SOLETTA DI CHIUSURA IN C.A.

Nel presente paragrafo si riporta il calcolo delle incidenze degli elementi strutturali, valutato a partire dai quantitativi di armatura necessari per il corretto funzionamento delle strutture e verificati nei paragrafi precedenti. Per tener conto delle armature di ripartizione si è considerato un 40% del quantitativo totale delle armature di forza. Il valore ottenuto è stato ulteriormente incrementato del 50% per tenere in considerazione armature necessarie a garantire la resistenza al taglio, ferri di costruzione, sovrapposizioni e connessione tra le solette di copertura.

Il valore di incidenza così ottenuto è stato poi incrementato per la stima delle quantità globali al fine di tenere in considerazione tutte le possibili variabilità in gioco, connesse a:

- l'assunzione di coefficienti forfettari per la stima delle armature di ripartizione e di costruzione;
- la variabilità strutturale che potrebbe richiedere in punti singolari un quantitativo superiore di armatura per particolarità geometriche.

Il valore così ottenuto, pari a **200 kg/m³**, (incidenza da calcolo + amplificazione cautelativa) è quello considerato nel computo metrico.

Pos.	n. ferri	Φ	L (cm)	Area (cm ²)	Peso (kg)
Superiore corrente	5	30	100	35.34	27.745
Inferiore corrente	5	30	100	35.34	27.745
TOT.				53.1	55.49

γ acciaio (kg/m ³)	B (m)	H (m)	L (m)	Vcls (m ³)	INCIDENZA DA CALCOLO (kg/m ³)
7850	1	0.6	1	0.6	194

INCREMENTI	
x arm. ripart.	1.4
x spille, ecc...	1.5

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.			LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.									
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE TRATTA B1 – ELIM. USCITE STI – COPERT. DI CHIUSURA - REL. CALC.			PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	
			IF1M	0.0.V.ZZ	CL	GA.01.B0.001	C	55 di 55	

9.2 SOLETTA DI COPERTURA DELLA SEZIONE TIPO B1 (USCITA STI)

Per la soletta e i piedritti di copertura si confermano le incidenze di Progetto Esecutivo.