

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTO 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE – ACQUEDOTTO PUGLIESE
Acquedotto Pugliese –Relazione di calcolo pozzetti A e B

L'Appaltatore	COMPAT S.c.a.r.l. Il Direttore Tecnico Ing. Gianguido Babini	I progettisti (il Direttore della progettazione)
data	firma	data

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 7	0 1	E	ZZ	C L	S I 0 2 0 0	0 0 3	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	PRIMA EMISSIONE	F.Pagliuso	Novembre 2021	F.Trovati	Novembre 2021	V.Secreti	Novembre 2021	Ing. T. PECELLÀ
B	REVISIONE RDV	F.Pagliuso	Maggio 2022	M.Fabio	Maggio 2022	V.Secreti	Maggio 2022	Ing. T. PECELLÀ
C	REVISIONE RDV	F.Pagliuso	Giugno 2022	M.Fabio	Giugno 2022	V.Secreti	Giugno 2022	Ing. T. PECELLÀ

File: LI0701EZZCLSI0200003C

n. Elab. 245

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>2 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	2 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	2 DI 51							

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	MATERIALI IMPIEGATI.....	4
4	BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	6
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	9
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	10
7	CRITERI DI VERIFICA	11
7.1	Pozzetti A e B	11
7.1.1	Verifiche di sicurezza (SLU)	11
7.1.2	Verifiche di esercizio	14
7.2	Combinazioni di carico.....	15
8	METODOLOGIA DI CALCOLO	16
9	POZZETTO A	17
9.1	Geometria tombino scatolare.....	17
9.2	Caratteristiche terreni.....	18
9.3	Analisi dei carichi	19
9.3.1	Peso proprio degli elementi strutturali	19
9.3.2	Spinta delle terre	19
9.4	Combinazioni di carico.....	19
9.5	Risultati di calcolo	20
9.6	Verifiche di resistenza degli elementi strutturali	24
9.6.1	Verifiche allo SLU	24
9.6.2	Verifiche allo SLE	27
9.7	Verifiche geotecniche (Carico limite verticale)	30
10	POZZETTO B.....	32
10.1	Geometria tombino scatolare.....	32
10.2	Caratteristiche terreni	33
10.3	Analisi dei carichi	34
10.3.1	Peso proprio degli elementi strutturali.....	34

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>3 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	3 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	3 DI 51							

10.3.2	Spinta delle terre	34
10.4	Combinazioni di carico.....	34
10.5	Risultati di calcolo	35
10.6	Verifiche di resistenza degli elementi strutturali.....	39
10.6.1	Verifiche allo SLU.....	39
10.6.2	Verifiche allo SLE.....	42
10.7	Verifiche geotecniche (Carico limite verticale)	45
11	INCIDENZE	47
12	GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	50
13	ALLEGATI.....	51

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>4 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	4 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	4 DI 51							

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta nell'ambito della "Progettazione Esecutiva del Raddoppio della Linea Ferroviaria Pescara-Bari nel tratto Termoli-Lesina", in relazione agli interventi di potenziamento delle infrastrutture nazionali previste dalla legge n. 443/2001.

Oggetto del presente documento è il dimensionamento di pozzetti A e B posti a monte ed a valle del nuovo attraversamento della condotta acquedottistica $\phi 400$ al di sotto della futura linea ferroviaria.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi per la redazione della presente relazione di calcolo sono i seguenti:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 147/01/2008 (NTC-2008);
- [N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea;
- [N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010;
- [N.5]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili del 22/12/2017;
- [N.6]. RFI DTC SICS SP IFS 001 B - Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili del 22/12/2017.

3 MATERIALI IMPIEGATI

Per la realizzazione dei pozzetti tipo A e B è stato scelto un calcestruzzo C30/37 aventi le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica):	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 17.40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione:	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.06 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 [(f_{ck}+8)/10]^{0.3} = 33019.43 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione: XC3	
Rapporto acqua – cemento: a/c=0.55	
Copri ferro: 5 cm	

Il magrone di fondazione avrà le seguenti caratteristiche:

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>5 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	5 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	5 DI 51							

$R_{cm} \geq 15 \text{ MPa}$

Per le armature metalliche si adottano barre in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Limite di snervamento:	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Limite di rottura:	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Fattore di sicurezza acciaio:	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza a trazione di calcolo:	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>6 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	6 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	6 DI 51							

4 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il pozzetto A presenta dimensioni interne di 3.50x3.80m, con spessore dei piedritti e delle solette di copertura e di fondazione pari a 0.30m. Il pozzetto B presenta dimensioni interne di 2.00x3.80m, con spessore dei piedritti e delle solette di copertura e di fondazione pari a 0.30m.

Nelle figure sottostanti si riporta lo stralcio planimetrico, la sezione longitudinale e le carpenterie dei due pozzetti in progetto.

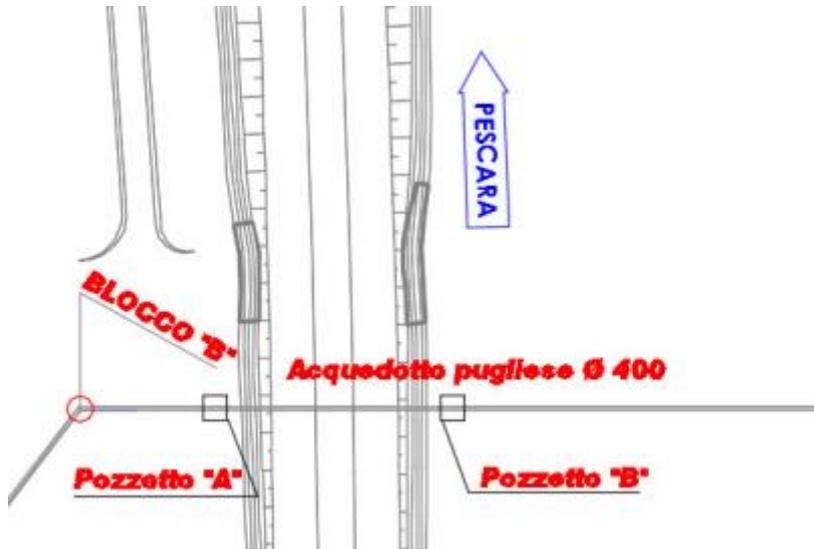


Figura 4-1 – Stralcio planimetrico con indicazione dei pozzetti in progetto.

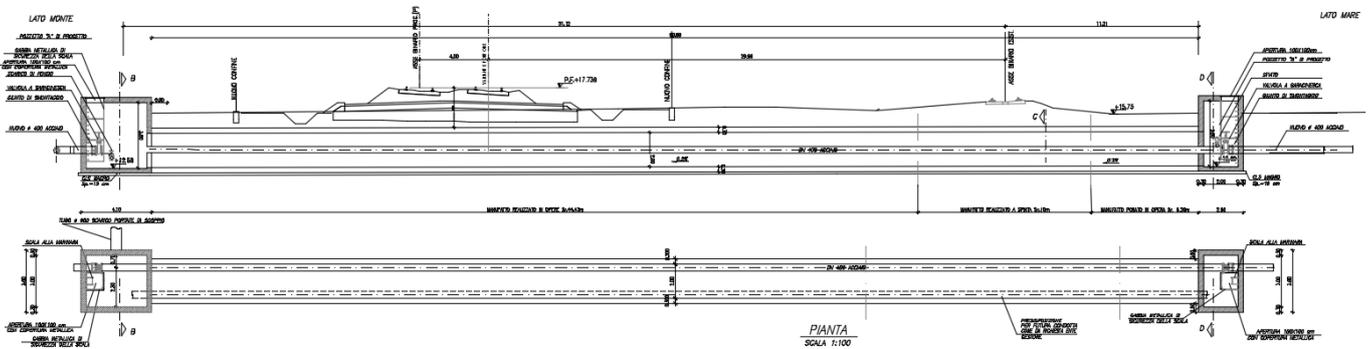


Figura 4-2 – Sezione longitudinale attraversamento ferroviario.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>												
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SI0200003</td> <td>C</td> <td>7 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL	SI0200003	C	7 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI07	01	E ZZ CL	SI0200003	C	7 DI 51								

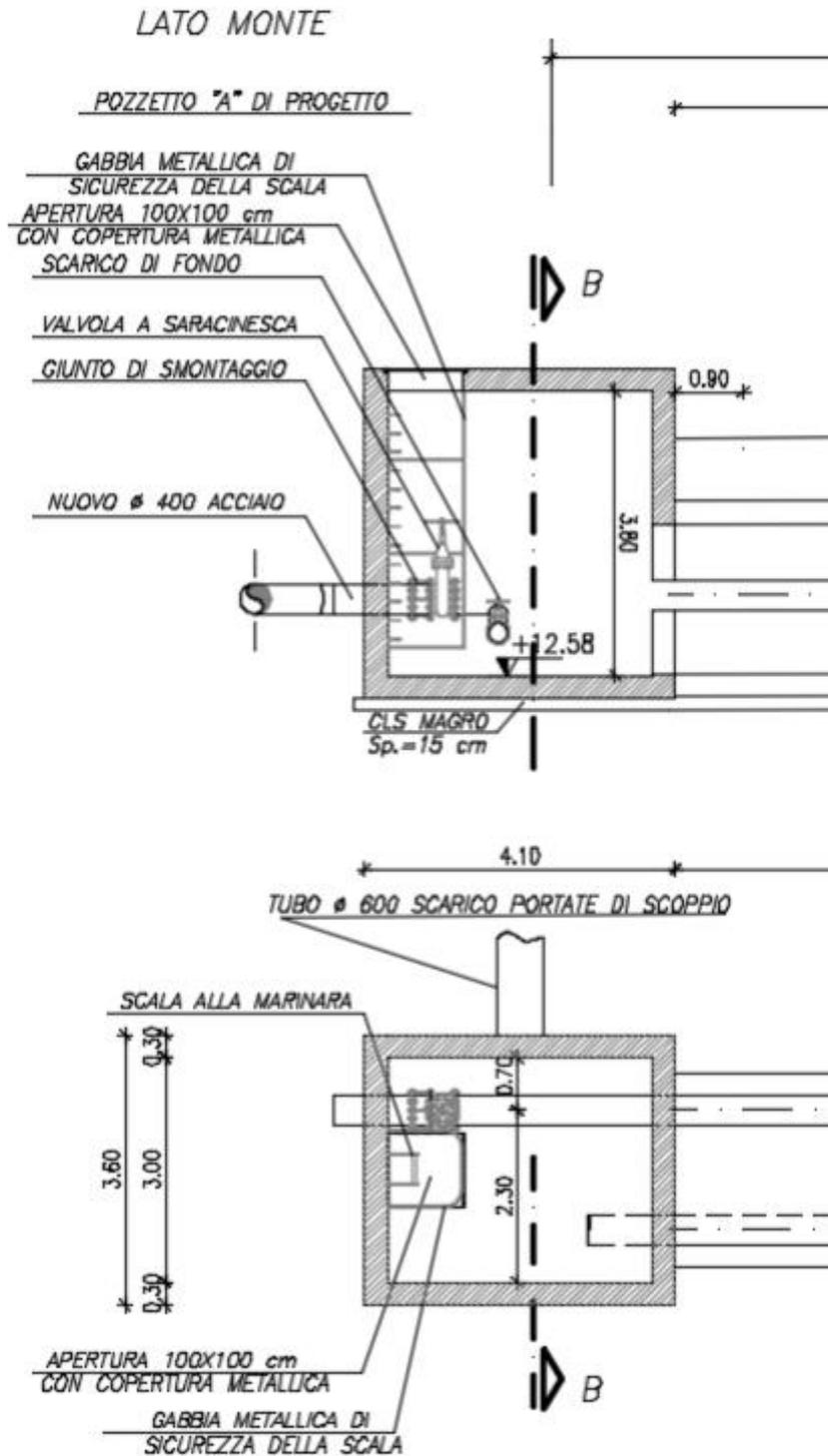


Figura 4-3 – Carpenteria pozzetto tipo A.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>8 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	8 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	8 DI 51							

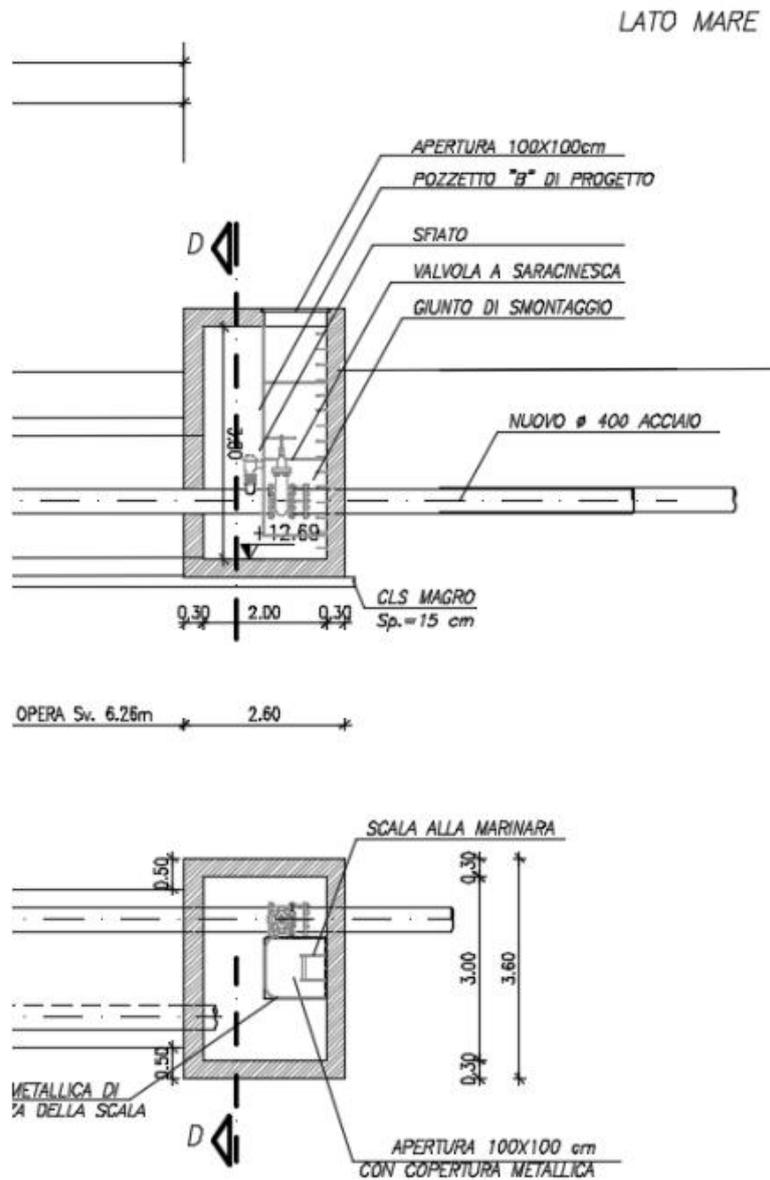


Figura 3. Carpenteria pozzetto "B".

Figura 4-4 – Carpenteria pozzetto tipo B.

Si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>9 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	9 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	9 DI 51							

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini del dimensionamento delle opere in progetto, in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica redatta nell'ambito della Progettazione Esecutiva, si fa riferimento ai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

Unità	Descrizione	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	C_u (kPa)	ϕ' (°)
6AL	Argille limose e limi argillosi	20	5÷20	100÷350	23÷26

Tabella 5-1– Riepilogo parametri geotecnici di progetto.

Simbologia adottata:

- γ : peso dell'unità di volume;
- c' : coesione efficace;
- C_u : coesione non drenata;
- ϕ' : angolo di resistenza al taglio;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>10 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	10 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	10 DI 51							

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le coordinate relative ai pozzetti A e B in progetto sono le seguenti:

Latitudine: 41.531139

Longitudine: 15.172172

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono:

- Vita nominale: VN = 75 anni
- Classe d'uso III (Cu=1.5)
- Periodo di riferimento: VR = 75 x 1.5 = 113 anni
- Categoria stratigrafica: C
- Categoria topografica del sito: T1

L'analisi in condizioni sismiche è eseguita con il metodo pseudo-statico. In particolare, l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente, in accordo con quanto indicato nel capitolo 7 delle NTC 08. Tale accelerazione è proporzionale alla massa mediante due coefficienti, orizzontale e verticali, di seguito definiti:

$$k_h = S_s \cdot S_t \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2}$$

I risultati ottenuti, sia allo SLU (SLV) e sia allo SLE (SLD), sono riportati nella figura sottostante:

N.T.C. 2008		SLU	SLE
Accelerazione al suolo a_g [m/s ²]		2,239	0,947
Accelerazione al suolo a_g [% di g]		0,228	0,097
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0		2,505	2,548
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*		0,400	0,339
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S _s	Tipo C	1,357	1,500
Coefficiente di riduzione (β _m)	C	1,000	1,000
Coeff. amplificazione topografica S _T	T1	1,000	
$K_h = a_g/g \cdot S_s \cdot S_t \cdot \beta_m$			
Coeff. di intensità sismica orizzontale K_h [%]		30,967	14,478
Intensità sismica Verticale/Orizzontale		0,50	

Figura 6-1 – Definizione dell'azione sismica.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>11 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	11 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	11 DI 51							

7 CRITERI DI VERIFICA

Il dimensionamento delle opere è stato condotto in ottemperanza alle prescrizioni normative di riferimento secondo i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali. Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (ad), con il corrispondente valore di progetto della domanda E_d , funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione:

$$R_d \geq E_d$$

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

7.1 Pozzetti A e B

Le verifiche agli stati limite sono state condotte con riferimento ai seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

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

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

Figura 7-1 – Coefficienti parziali delle azioni.

7.1.1 Verifiche di sicurezza (SLU)

7.1.1.1 Pressoflessione

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>12 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	12 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	12 DI 51							

Per la valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali si adottano le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Si assumeranno come diagrammi tensione-deformazione i diagrammi parabola-rettangolo e elastico perfettamente plastico per calcestruzzo e acciaio, rispettivamente.

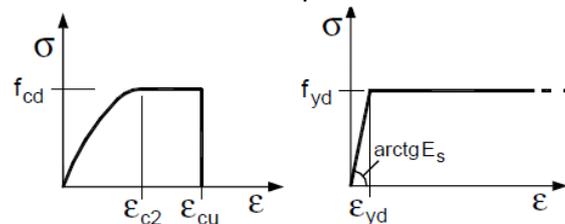


Figura 7-2 – Diagrammi $\sigma - \epsilon$.

Per la classe di calcestruzzo adoperata i valori di deformazione ϵ_{c2} e ϵ_{cu} valgono rispettivamente 0.2% e 0.35%. La deformazione ultima ϵ_{yd} dell'acciaio è pari all'1%.

Con riferimento alla sezione pressoinflessa in figura, la verifica di resistenza si conduce controllando che:

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

Dove:

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

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

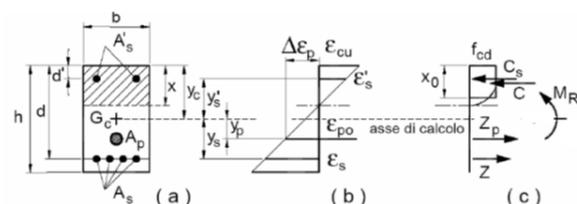


Figura 7-3 – Schema per la valutazione della capacità resistente di una sezione presso-inflessa.

7.1.1.2 Resistenza nei confronti di sollecitazione tagliante

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 35%;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 25%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>13 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	13 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	13 DI 51							

Se, sulla base del calcolo, non è richiesta armatura al taglio, è comunque necessario disporre un'armatura minima secondo quanto previsto al punto 4.1.6.1.1 delle NTC'08. È consentito omettere tale armatura minima in elementi quali solai, piastre e membrature a comportamento analogo, purché sia garantita una ripartizione trasversale dei carichi.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

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

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con la seguente relazione:

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

con:

f_{ck} : resistenza caratteristica allo snervamento dell'acciaio, espressa in MPa;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$$

e dove:

d : altezza utile della sezione, espressa in mm;

ρ_l : rapporto geometrico di armatura longitudinale espresso mediante la seguente relazione:

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} < 0.02$$

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione espressa mediante la seguente relazione:

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 f_{cd}$$

b_w : larghezza minima della sezione;

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

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

$$1 \leq \cotg \Theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>14 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	14 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	14 DI 51							

dove V_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente. Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

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

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con:

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

La resistenza di progetto a taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

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

dove:

d: altezza utile della sezione;

b_w : larghezza minima della sezione;

σ_{cp} : tensione media di compressione della sezione;

A_{sw} : area dell'armatura trasversale;

s: interasse tra due armature trasversali consecutive;

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

v : resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v = 0.5$);

α_c : coefficiente maggiorativo pari a:

1	per membrane non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

7.1.2 Verifiche di esercizio

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari.

Per le verifiche in condizioni sismiche si fa riferimento allo Stato Limite di Danno (SLD).

7.1.2.1 Verifica delle tensioni di esercizio

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

In accordo al Manuale di Progettazione RFI, la massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.55 f_{ck}$ per combinazione caratteristica;
- $\sigma_{c,max} \leq 0.40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>15 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	15 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	15 DI 51							

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

In accordo al Manuale di Progettazione RFI, la tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la limitazione seguente:

$$- \sigma_{s,max} \leq 0.75 f_{yk}$$

7.1.2.2 Stato limite di fessurazione

La classe di esposizione di progetto è la XC3.

Tale classe di esposizione rientra nelle condizioni ambientali ordinarie, come desumibile dalla tabella sottostante:

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

In accordo alle specifiche RFI, per strutture in condizioni ambientali ordinarie, l'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (Rara) dovrà risultare:

$$\delta_f \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

Alla luce delle condizioni ambientali di progetto e della classe di calcestruzzo impiegata, il copriferro minimo è pari a 4cm. Nel caso di specie è stato assunto un copriferro di 5cm.

7.2 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche agli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni di calcolo:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione Caratteristica (Rara), generalmente impiegata per gli stati limite d'esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione Frequente, generalmente impiegata per gli stati limite d'esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione Quasi Permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione Sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>16 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	16 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	16 DI 51							

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

- Combinazione Eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

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

8 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento dei pozzetti A e B è stato condotto con l'ausilio del software di calcolo dedicato SCAT 14 di "Aztec Informatica Srl".

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di rinfianco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u :

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>17 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	17 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	17 DI 51							

9 POZZETTO A

9.1 Geometria tombino scatolare

Si riepilogano le caratteristiche geometriche del modello di calcolo:

Descrizione: Scatolare semplice

Altezza esterna	4,40	[m]
Larghezza esterna	4,10	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,30	[m]
Spessore piedritto destro	0,30	[m]
Spessore fondazione	0,30	[m]
Spessore trasverso	0,30	[m]

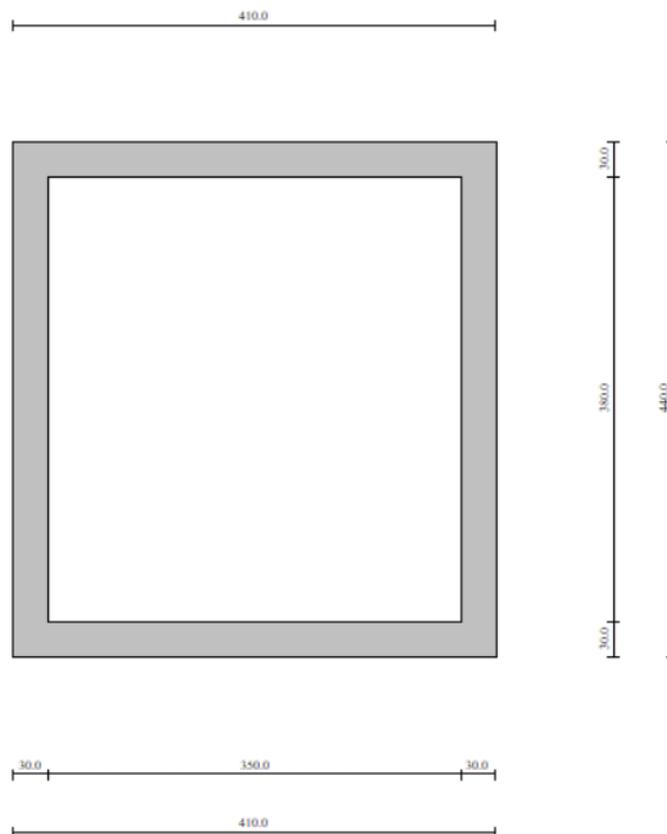


Figura 9-1– Geometria tombino scatolare.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>18 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	18 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	18 DI 51							

9.2 Caratteristiche terreni

Si riepilogano i parametri geotecnici dei terreni:

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	7198,10	[kPa/m]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	24,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	16,00	[°]
Coesione	13	[kPa]
Costante di Winkler	14396,19	[kPa/m]
Tensione limite	426	[kPa]

La costante di Winkler per il terreno di base è stata determinata mediante la relazione empirica suggerita da *Terzaghi e Peck* (1948):

$$k_w = k_1 \cdot \left(\frac{B + b}{2 \cdot B}\right)^2 = 14396.19 \frac{kPa}{m}$$

dove:

- k_1 : valore tabellato in funzione della consistenza del terreno, assunto pari a 50 N/cm³ (Consistenza molto compatta, $C_u=100-200$ kPa);
- B: larghezza tombino scatolare;
- b = 0.30 m;

B (m)	k_1 (N/cm ³)	b (m)	k_w (kN/m ³)
4.10	50	0.30	14396.19

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>19 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	19 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	19 DI 51							

Il calcolo della tensione limite è stato condotto con riferimento alla formula trinomia di Terzaghi (a vantaggio di sicurezza non si è tenuto conto del contributo del terreno di rifianco):

Terreno	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	B (m)	N_c	N_γ	N_q	q_{lim} (kPa)
6AL	20	12.5	24	4.10	19.32	9.44	9.60	331.74

La costante di Winkler per il terreno di rifianco è stata assunta pari a:

$$k_h = 0.5 * k_w = 7198.10 \text{ kPa/m}$$

9.3 Analisi dei carichi

Il calcolo è stato condotto con riferimento ad 1m di scatolare.

9.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio delle parti strutturali è valutato sulla base della geometria della struttura in progetto. Si assume, per il calcestruzzo armato, un peso specifico $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato automaticamente dal software di calcolo.

9.3.2 Spinta delle terre

L'analisi ad elementi finiti consente la valutazione del comportamento accoppiato di struttura e terreno nelle varie fasi realizzative per ciascuna delle quali si calcolano le spinte agenti sul manufatto.

Nel caso in esame, si è fatto riferimento ad una condizione di spinta a riposo. In condizioni sismiche, per il calcolo della sovra-spinta si è fatto ricorso al metodo di Wood (implementato nel software).

9.4 Combinazioni di carico

Si elencano di seguito le combinazioni di carico:

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>20 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	20 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	20 DI 51							

Elenco Combinazioni APPROCCIO 1

Combinazioni generate nr. 25

Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale
1	A1-M1	Assente	--
2	A2-M2	Assente	--
3	A1-M1	Da SINISTRA	NEGATIVO
4	A1-M1	Da SINISTRA	POSITIVO
5	A2-M2	Da SINISTRA	POSITIVO
6	A2-M2	Da SINISTRA	NEGATIVO
7	A1-M1	Da DESTRA	NEGATIVO
8	A1-M1	Da DESTRA	POSITIVO
9	A2-M2	Da DESTRA	POSITIVO
10	A2-M2	Da DESTRA	NEGATIVO
11	SLER	Assente	--
12	SLEF	Assente	--
13	SLEQ	Assente	--
14	SLER	Da SINISTRA	POSITIVO
15	SLER	Da SINISTRA	NEGATIVO
16	SLER	Da DESTRA	POSITIVO
17	SLER	Da DESTRA	NEGATIVO
18	SLEF	Da SINISTRA	POSITIVO
19	SLEF	Da SINISTRA	NEGATIVO
20	SLEF	Da DESTRA	POSITIVO
21	SLEF	Da DESTRA	NEGATIVO
22	SLEQ	Da SINISTRA	POSITIVO
23	SLEQ	Da SINISTRA	NEGATIVO
24	SLEQ	Da DESTRA	POSITIVO
25	SLEQ	Da DESTRA	NEGATIVO

Figura 9-2 – Combinazioni di carico.

9.5 Risultati di calcolo

Nel seguente paragrafo si riportano gli involuipi in termini di sollecitazioni (flettenti, taglianti e di sforzo normale) dell'opera in esame.

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI

Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti
A e B

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	21 DI 51

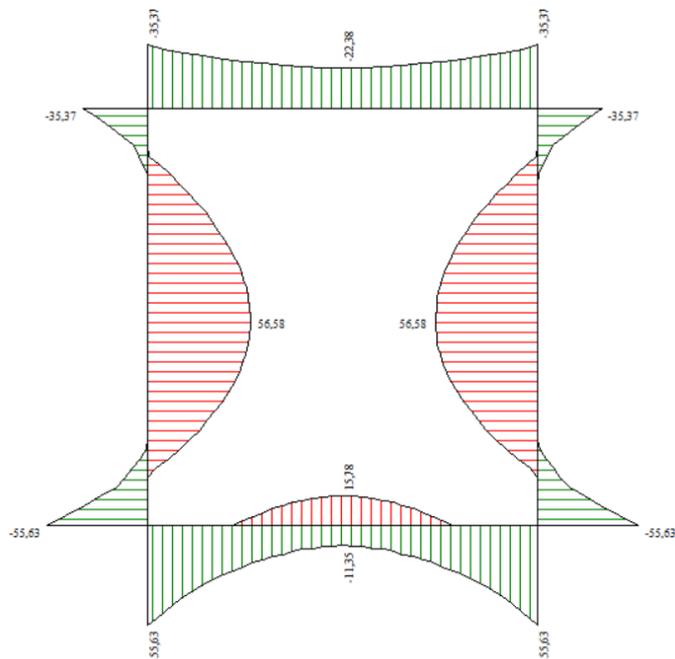


Figura 9-3 – Involuppo momento flettente (SLU)

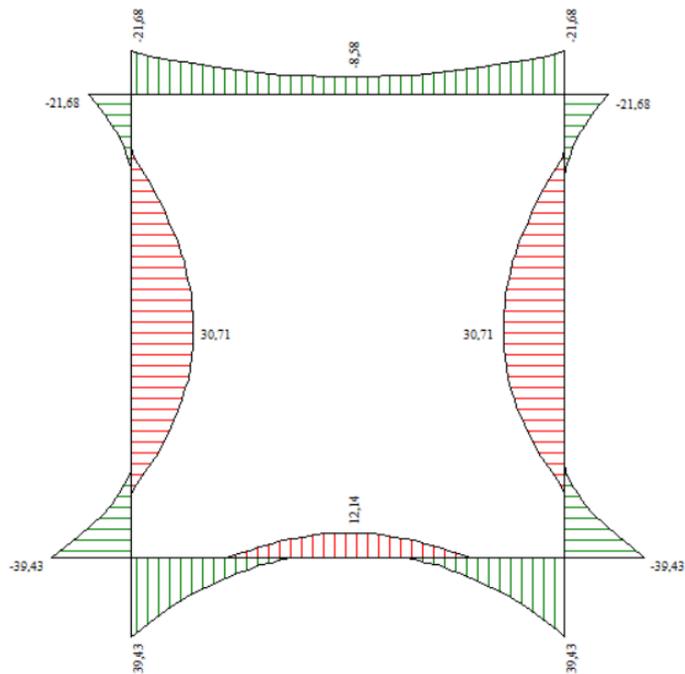


Figura 9-4 – Involuppo momento flettente (SLE)

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI

Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti
A e B

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	22 DI 51

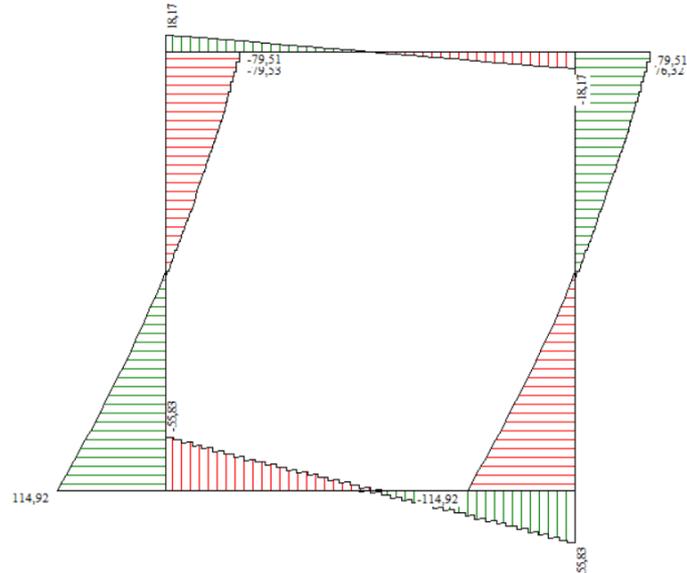


Figura 9-5 – Involuppo taglio (SLU).

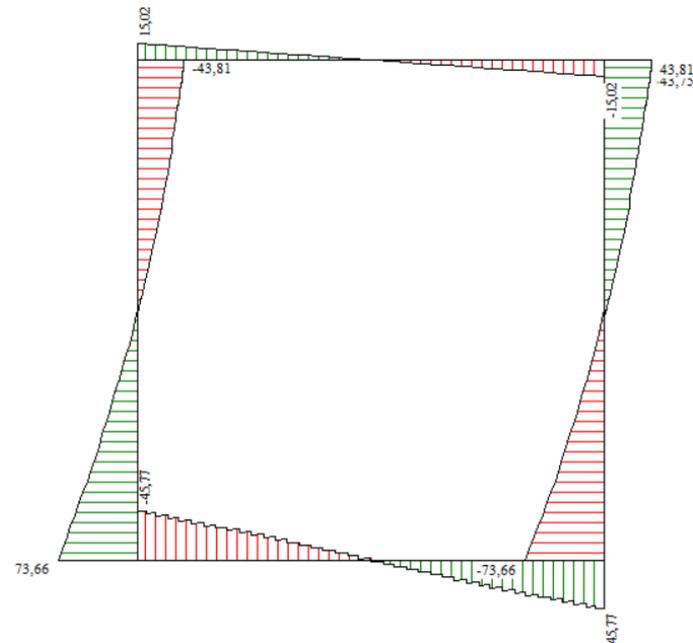


Figura 9-6 – Involuppo taglio (SLE).

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>23 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	23 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	23 DI 51							

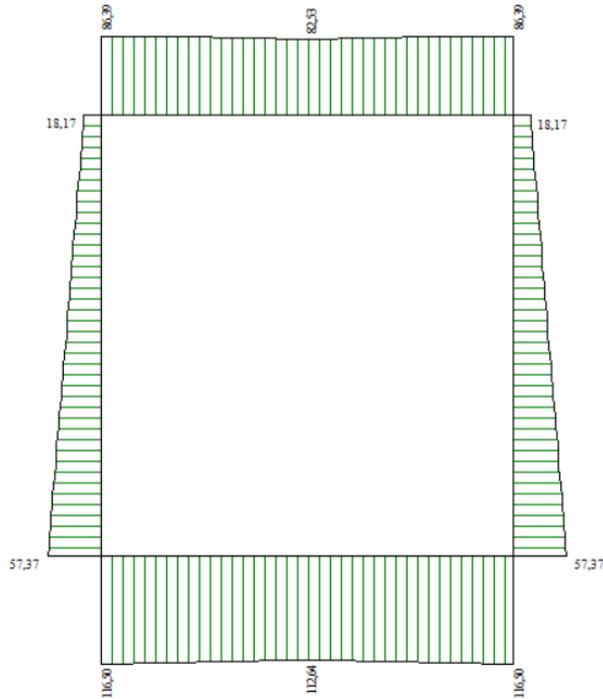


Figura 9-7 – Inviluppo sforzo normale (SLU).

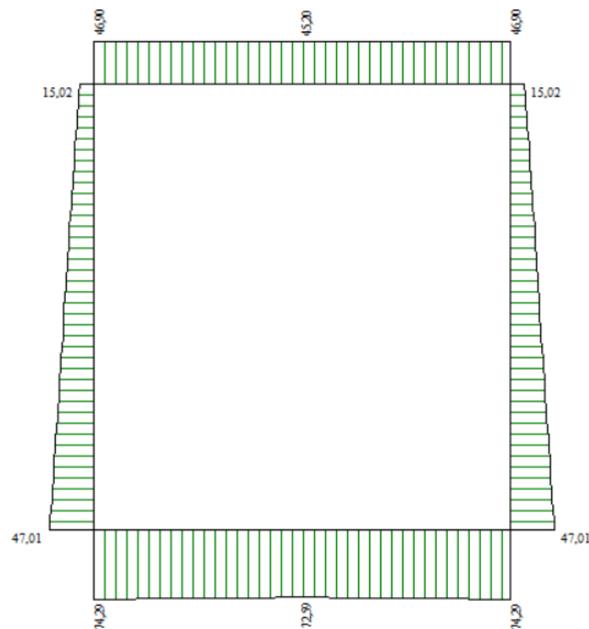


Figura 9-8 – Inviluppo sforzo normale (SLE).

Si rimanda al tabulato di calcolo in allegato per una visione dettagliata dei risultati per ciascuna combinazione di calcolo.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>24 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	24 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	24 DI 51							

9.6 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali

Nelle tabelle sottostanti si riepilogano le sollecitazioni massime ottenute dai calcoli, allo SLU ed allo SLE, per metro lineare di sviluppo:

Soletta di fondazione			
Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	-55.63	55.83	116.50
SLE	-39.43	45.77	74.29

Tabella 9-1 – Riepilogo delle sollecitazioni massime agenti soletta di fondazione.

Soletta di copertura			
Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	-35.37	18.17	86.39
SLE	-21.68	15.02	46.90

Tabella 9-2 – Riepilogo delle sollecitazioni massime agenti soletta di copertura.

Piedritti			
Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	56.58	114.92	57.37
SLE	30.71	73.66	47.01

Tabella 9-3 – Riepilogo delle sollecitazioni massime agenti piedritti.

Si assumono, per convenzione, positivi i momenti che tendono le fibre del lato interno degli elementi e negativi i momenti che tendono le fibre lato esterno degli elementi.

9.6.1 Verifiche allo SLU

Di seguito si espongono i risultati delle verifiche allo SLU condotte con l'ausilio del software SAX10 di Aztec Informatica Srl e di opportuno foglio di calcolo Excel.

Si trascura, a vantaggio di sicurezza, lo sforzo normale agente.

9.6.1.1 Soletta di fondazione

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x30cm e risulta armata con 1 ϕ 16/20cm (superiormente ed inferiormente) e ripartitori ϕ 16/40cm. Il copriferro è pari a 5cm.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>25 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	25 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	25 DI 51							

Flessione

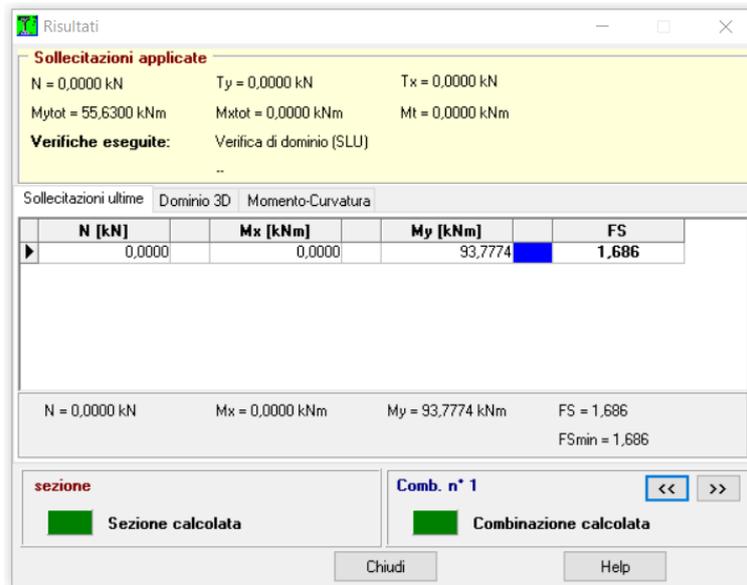


Figura 9-9 – Risultati verifica a flessione.

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$M_{Rd} = 93.78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 55.63 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica a flessione risulta soddisfatta.

Taglio (elementi senza armature trasversali)

Si riporta la verifica a taglio per elementi senza armature trasversali. Tale verifica, come da calcoli sottostanti, risulta soddisfatta in quanto:

$$V_{Rd} = 131.36 \text{ kN} > V_{Ed} = 55.83 \text{ kN}$$

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI				
Significato dei simboli	Parametro	Valore	u.d.m.	
Altezza utile della sezione in cls	d	250,00	mm	
Larghezza minima della sezione in cls	b _w	1000,00	mm	
Classe di calcestruzzo		C30/37		
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	30,71	MPa	
Coefficiente di sicurezza	γ _c	1,50	-	
Acciaio di armatura		B450C		
Tensione di snervamento caratteristica	f _{yk}	450,00		
Armatura longitudinale di calcolo	A _{sl}	1005,31	mm ²	
armatura longitudinale in zona tesa minima	A _{s,min}	2957,26	mm ²	
Armatura massima	A _{s,max}	10000,00		
Valore di calcolo dello sforzo normale agente	N _{ed}	0,00	N	
-	k	1,89	-	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	p	0,004	-	
Tensione media di compressione sulla sezione	σ _{cp}	0,00	MPa	
-	v _{min}	0,51	MPa	
Resistenza a taglio di progetto minima	V _{min}	126,43	kN	
Resistenza a taglio di progetto	V _{rd}	131,36	kN	
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V _{ed}	55,83	kN	
Verificato	V _{ed} /V _{rd}	0,42	-	

Figura 9-10 – Risultati verifica a taglio per elementi senza armatura trasversale.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>26 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	26 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	26 DI 51							

Pertanto, non occorre armatura a taglio aggiuntiva. Tuttavia si prevede il minimo di 9 spille/mq.

9.6.1.2 Soletta di copertura

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x30cm e risulta armata con 1φ16/20cm (superiormente ed inferiormente) e ripartitori φ16/40cm. Il copriferro è pari a 5cm.

Tenuto conto delle sollecitazioni agenti e dello schema di armatura previsto si ritengono esaustive le verifiche condotte per la soletta di fondazione.

9.6.1.3 Piedritti

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x30cm e risulta armata con 1φ16/20cm (superiormente ed inferiormente) e ripartitori φ16/40cm. Il copriferro è pari a 5cm.

Flessione

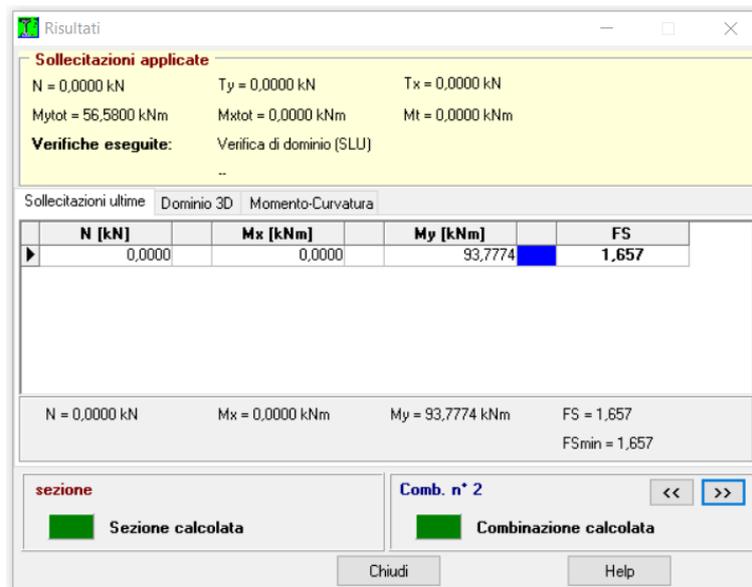


Figura 9-11 – Risultati verifica a flessione.

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$M_{Rd} = 93.78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 56.58 \text{ kNm}$$

Taglio (elementi senza armature trasversali)

Si riporta la verifica a taglio per elementi senza armature trasversali. Tale verifica, come da calcoli sottostanti, risulta soddisfatta in quanto:

$$V_{Rd} = 131.36 \text{ kN} > V_{Ed} = 114.92 \text{ kN}$$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>27 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	27 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	27 DI 51							

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI			
Significato dei simboli	Parametro	Valore	u.d.m.
Altezza utile della sezione in cls	d	250,00	mm
Larghezza minima della sezione in cls	b _w	1000,00	mm
Classe di calcestruzzo		C30/37	
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	30,71	MPa
Coefficiente di sicurezza	γ _c	1,50	-
Acciaio di armatura		B450C	
Tensione di snervamento caratteristica	f _{yk}	450,00	
Armatura longitudinale di calcolo	A _{stl}	1005,31	mm ²
armatura longitudinale in zona tesa minima	A _{s,min}	2957,26	mm ²
Armatura massima	A _{s,max}	10000,00	
Valore di calcolo dello sforzo normale agente	N _{ed}	0,00	N
-	k	1,89	-
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ	0,004	-
Tensione media di compressione sulla sezione	σ _{cp}	0,00	MPa
-	v _{min}	0,51	MPa
Resistenza a taglio di progetto minima	V _{rd,min}	126,43	kN
Resistenza a taglio di progetto	V _{rd}	131,36	kN
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V _{ed}	114,92	kN
Verificato	V _{ed} /V _{rd}	0,87	-

Figura 9-12 – Risultati verifica a taglio per elementi senza armatura trasversale.

Pertanto non occorre armatura a taglio aggiuntiva. Tuttavia si prevede il minimo di 9 spille/mq.

9.6.2 Verifiche allo SLE

Di seguito si espongono i risultati delle verifiche allo SLE condotte con l'ausilio del software SAX10 di Aztec Informatica Srl.

9.6.2.1 Soletta di fondazione

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Soletta di fondazione - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-29.06	11
T (kN)	43.50	11
N (kN)	49.33	11

Soletta di fondazione - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-29.06	13
T (kN)	43.50	13
N (kN)	49.33	13

Verifica delle tensioni di esercizio

Tenuto conto dei valori delle sollecitazioni sopra riportati, la verifica è stata condotta solo per la combinazione Quasi Permanente i cui limiti tensionali risultano più stringenti. Pertanto la verifica per la combinazione Rara si intende soddisfatta.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>28 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	28 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	28 DI 51							

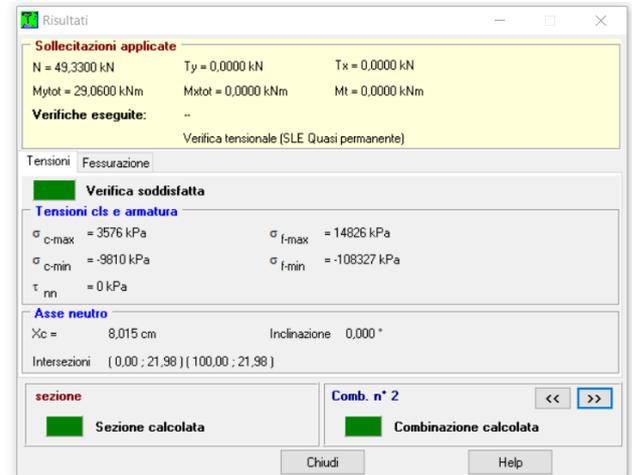
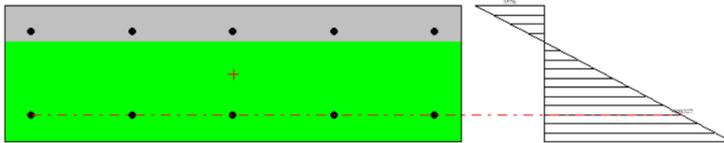


Figura 9-13 – Risultati verifica tensionale (QP).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 3.58 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 108.33 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

La verifica tensionale è soddisfatta.

Verifica a fessurazione

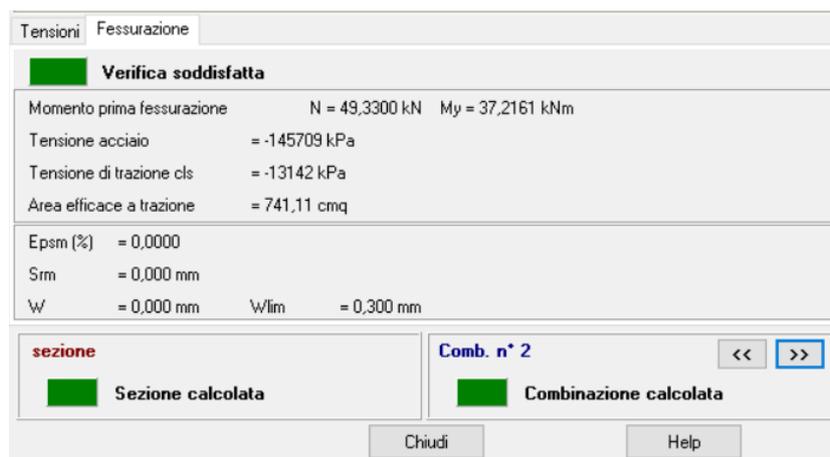


Figura 9-14 – Risultati verifica a fessurazione (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$w_d = 0.00 \text{ mm} < w_2 = 0.300 \text{ mm}$$

Pertanto, la verifica a fessurazione è soddisfatta.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>29 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	29 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	29 DI 51							

9.6.2.2 Soletta di copertura

Tenuto conto delle sollecitazioni agenti e dello schema di armatura previsto si ritengono esaurive le verifiche condotte per la soletta di fondazione.

9.6.2.3 Piedritti

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Piedritti - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-29.06	11
T (kN)	49.34	11
N (kN)	44.13	11

Piedritti - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-29.06	13
T (kN)	49.34	13
N (kN)	44.13	13

Verifica delle tensioni di esercizio

Tenuto conto dei valori delle sollecitazioni sopra riportati, la verifica è stata condotta solo per la combinazione Quasi Permanente i cui limiti tensionali risultano più stringenti. Pertanto la verifica per la combinazione Rara si intende soddisfatta.

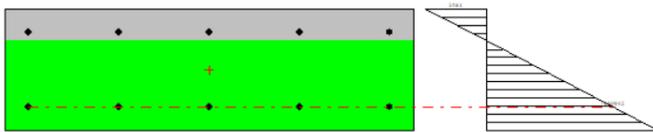


Figura 9-15 – Risultati verifica tensionale (QP).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 3.58 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 111 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>30 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	30 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	30 DI 51							

La verifica tensionale è soddisfatta.

Verifica a fessurazione

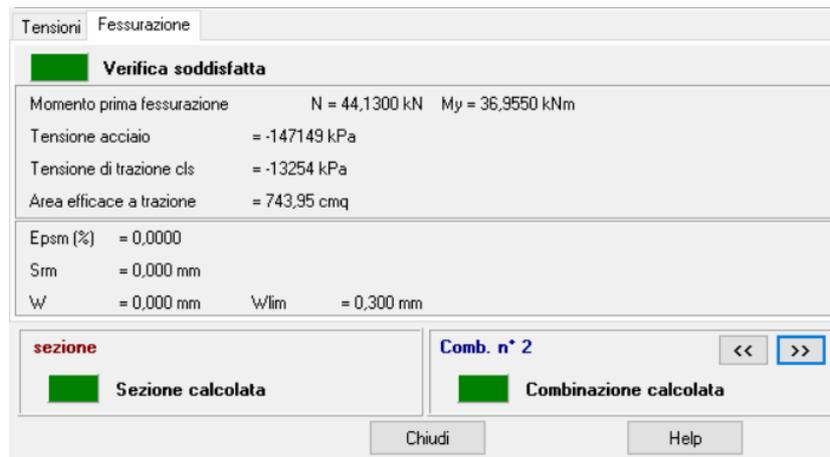


Figura 9-16 – Risultati verifica a fessurazione (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

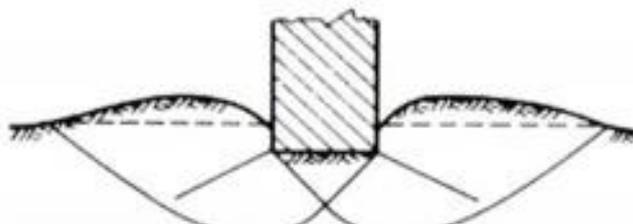
$$w_d = 0.00 \text{ mm} < w_2 = 0.300 \text{ mm}$$

Pertanto, la verifica a fessurazione è soddisfatta.

9.7 Verifiche geotecniche (Carico limite verticale)

La determinazione del carico limite è stata eseguita ipotizzando un meccanismo di rottura generale ed impiegando la formulazione proposta da *Terzaghi* (1943) in termini di pressioni efficaci:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma + c' N_c s_c + \gamma D N_q s_q$$



dove:

- N_γ , N_c , N_q : fattori di capacità portante dedotti in funzione dell'angolo di attrito dell'unità 6AL ("Fondazioni", *C. Viggiani*);

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL SI0200003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">31 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	31 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	31 DI 51							

- γ : peso per unità di volume del terreno;
- B: larghezza fondazione del pozzetto;

Si è tenuto conto di opportuni fattori correttivi dovuti alla forma (rettangolo di lati B e L) della fondazione:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} tg\varphi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Si riassumono in tabella i risultati della verifica:

γ (kN/m ³)	D (m)	B (m)	L (m)	N_q	N_γ	N_c	S_c	S_γ	q_{lim} (kPa)
20	0	4.10	3.60	9.60	9.44	19.32	1.57	0.544	331.74

A vantaggio di sicurezza non si è tenuto conto del terreno di rifianco.

La verifica allo SLU, con il riferimento alla combinazione A1+M1+R3, prevede che

$$Q_{lim,d} \geq Q_{es,d}$$

con

$$Q_{lim,d} = \frac{Q_{lim}}{2.30} = \frac{q_{lim} \cdot (3.60m \cdot 4.10m)}{2.30} = 2129 \text{ kN}$$

$$Q_{es,d} = 1.30 \cdot (Q_{piedritti} + Q_{solette}) = 1.30 \cdot (468.50kN + 157.5 \text{ kN}) = 814 \text{ kN}$$

Si specifica che nel calcolo dei pesi degli elementi strutturali non si è tenuto conto, a vantaggio di sicurezza, delle aperture previste in progetto.

La verifica risulta soddisfatta, essendo $Q_{lim,d} > Q_{es,d}$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>32 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	32 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	32 DI 51							

10 POZZETTO B

10.1 Geometria tombino scatolare

Si riepilogano le caratteristiche geometriche del modello di calcolo:

Descrizione: Scatolare semplice

Altezza esterna	4,40	[m]
Larghezza esterna	2,60	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,30	[m]
Spessore piedritto destro	0,30	[m]
Spessore fondazione	0,30	[m]
Spessore traverso	0,30	[m]

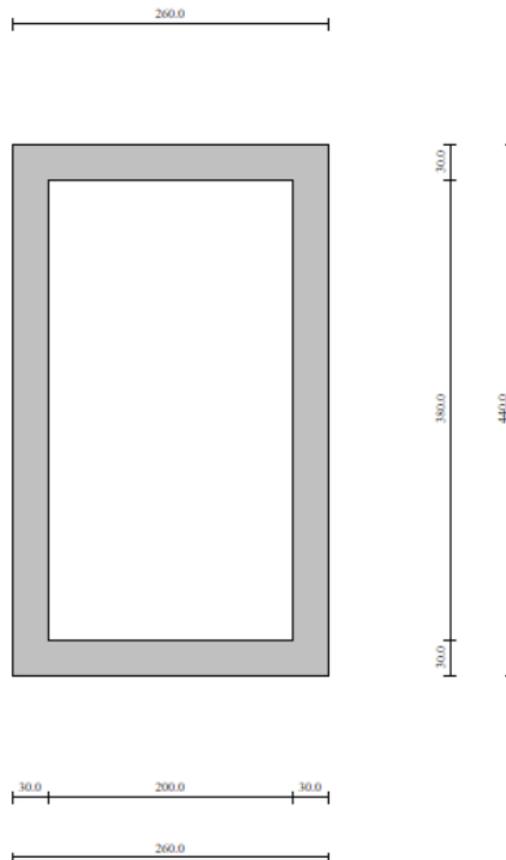


Figura 10-1– Geometria tombino scatolare.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>33 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	33 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	33 DI 51							

10.2 Caratteristiche terreni

Si riepilogano i parametri geotecnici dei terreni:

Strato di rinfiaccio

Descrizione	Terreno di rinfiaccio	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	7775,52	[kPa/m]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	24,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	16,00	[°]
Coesione	13	[kPa]
Costante di Winkler	15551,04	[kPa/m]
Tensione limite	279,55	[kPa]

La costante di Winkler per il terreno di base è stata determinata mediante la relazione empirica suggerita da *Terzaghi e Peck* (1948):

$$k_w = k_1 \cdot \left(\frac{B + b}{2 \cdot B}\right)^2 = 15551.04 \frac{kPa}{m}$$

dove:

- k_1 : valore tabellato in funzione della consistenza del terreno, assunto pari a 50 N/cm³ (Consistenza molto compatta, $C_u=100-200$ kPa);
- B: larghezza tombino scatolare;
- b = 0.30 m;

B (m)	k_1 (N/cm ³)	b (m)	k_w (kN/m ³)
2.60	50	0.30	15551.04

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>34 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	34 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	34 DI 51							

Il calcolo della tensione limite è stato condotto con riferimento alla formula trinomia di Terzaghi (a vantaggio di sicurezza non si è tenuto conto del contributo del terreno di rifianco):

Terreno	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	B (m)	N_c	N_γ	N_q	q_{lim} (kPa)
6AL	20	12.5	24	2.60	19.32	9.44	9.60	279.55

La costante di Winkler per il terreno di rifianco è stata assunta pari a:

$$k_h = 0.5 * k_w = 7775.52 \text{ kPa/m}$$

10.3 Analisi dei carichi

Il calcolo è stato condotto con riferimento ad 1m di scatolare.

10.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio delle parti strutturali è valutato sulla base della geometria della struttura in progetto. Si assume, per il calcestruzzo armato, un peso specifico $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato automaticamente dal software di calcolo.

10.3.2 Spinta delle terre

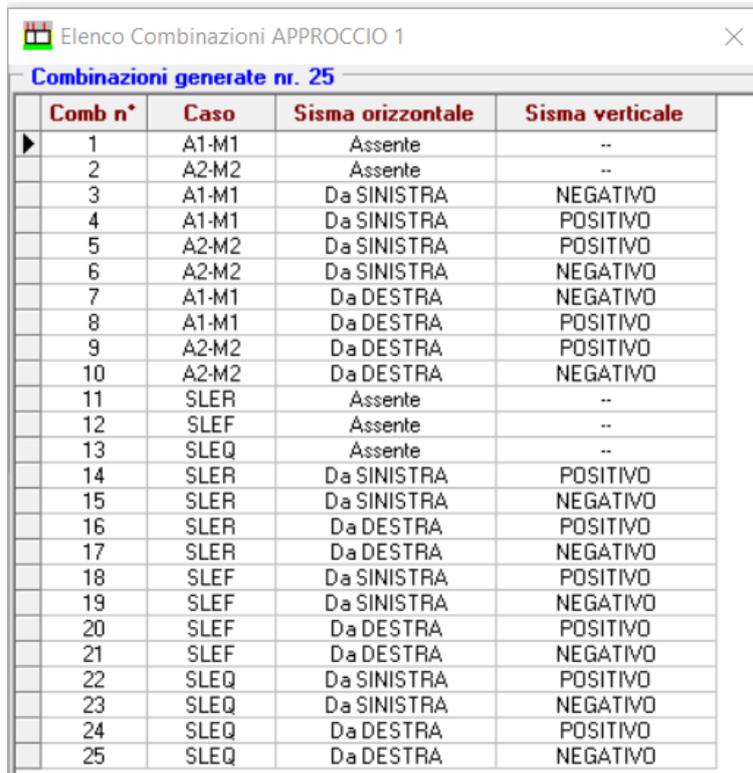
L'analisi ad elementi finiti consente la valutazione del comportamento accoppiato di struttura e terreno nelle varie fasi realizzative per ciascuna delle quali si calcolano le spinte agenti sul manufatto.

Nel caso in esame, si è fatto riferimento ad una condizione di spinta a riposo. In condizioni sismiche, per il calcolo della sovra-spinta si è fatto ricorso al metodo di Wood (implementato nel software).

10.4 Combinazioni di carico

Si elencano di seguito le combinazioni di carico:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>35 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	35 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	35 DI 51							



Elenco Combinazioni APPROCCIO 1

Combinazioni generate nr. 25

Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale
1	A1-M1	Assente	--
2	A2-M2	Assente	--
3	A1-M1	Da SINISTRA	NEGATIVO
4	A1-M1	Da SINISTRA	POSITIVO
5	A2-M2	Da SINISTRA	POSITIVO
6	A2-M2	Da SINISTRA	NEGATIVO
7	A1-M1	Da DESTRA	NEGATIVO
8	A1-M1	Da DESTRA	POSITIVO
9	A2-M2	Da DESTRA	POSITIVO
10	A2-M2	Da DESTRA	NEGATIVO
11	SLEF	Assente	--
12	SLEF	Assente	--
13	SLEQ	Assente	--
14	SLEF	Da SINISTRA	POSITIVO
15	SLEF	Da SINISTRA	NEGATIVO
16	SLEF	Da DESTRA	POSITIVO
17	SLEF	Da DESTRA	NEGATIVO
18	SLEF	Da SINISTRA	POSITIVO
19	SLEF	Da SINISTRA	NEGATIVO
20	SLEF	Da DESTRA	POSITIVO
21	SLEF	Da DESTRA	NEGATIVO
22	SLEQ	Da SINISTRA	POSITIVO
23	SLEQ	Da SINISTRA	NEGATIVO
24	SLEQ	Da DESTRA	POSITIVO
25	SLEQ	Da DESTRA	NEGATIVO

Figura 10-2 – Combinazioni di carico.

10.5 Risultati di calcolo

Nel seguente paragrafo si riportano gli involuipi in termini di sollecitazioni (flettenti, taglianti e di sforzo normale) dell'opera in esame.

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI

Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti
A e B

COMMESSA
LI07

LOTTO
01

FASE CODIFICA DOCUMENTO
E ZZ CL SI0200003

REV.
C

FOGLIO
36 DI 51

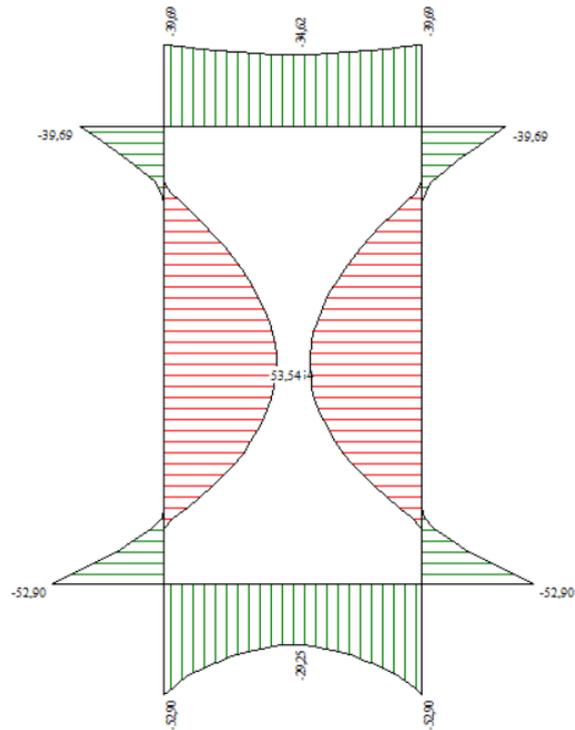


Figura 10-3 – Involuppo momento flettente (SLU)

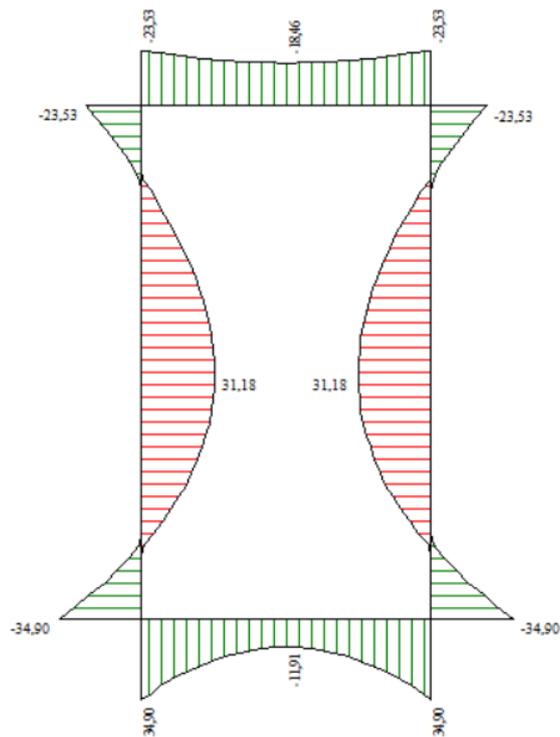


Figura 10-4 – Involuppo momento flettente (SLE)

ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI

Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti
A e B

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	37 DI 51

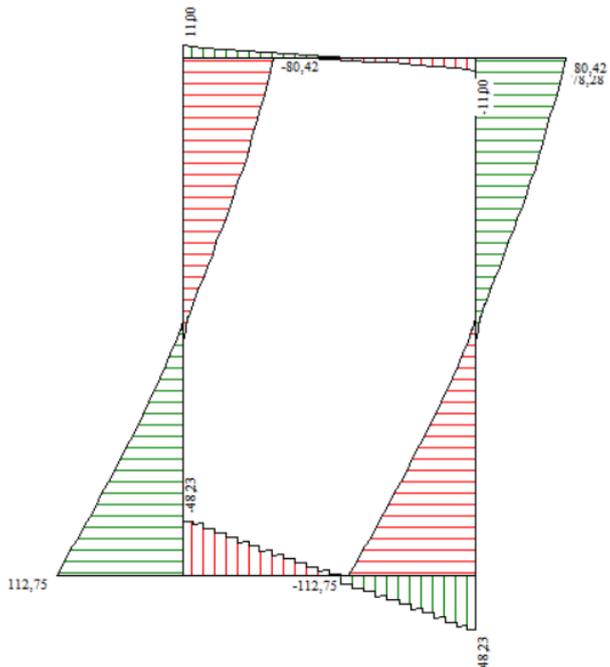


Figura 10-5 – Involuppo taglio (SLU).

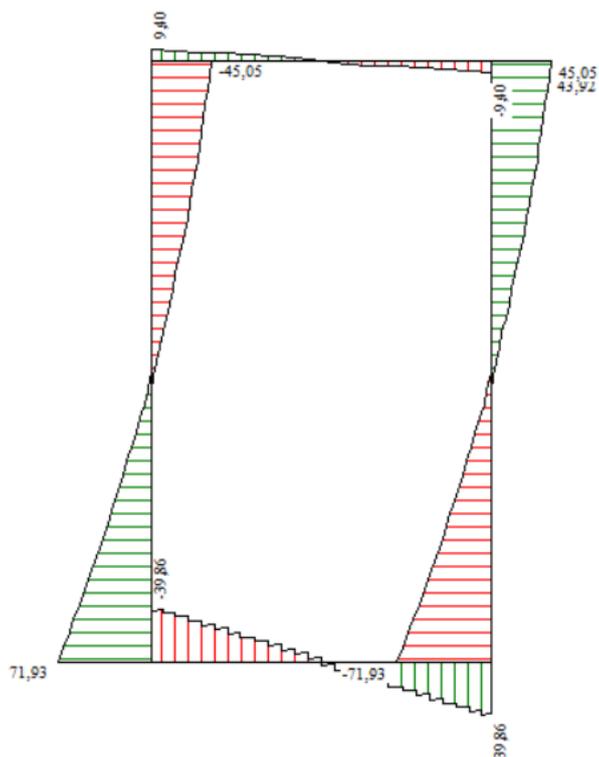


Figura 10-6 – Involuppo taglio (SLE).

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>L107</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>38 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	L107	01	E ZZ CL SI0200003	C	38 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
L107	01	E ZZ CL SI0200003	C	38 DI 51							

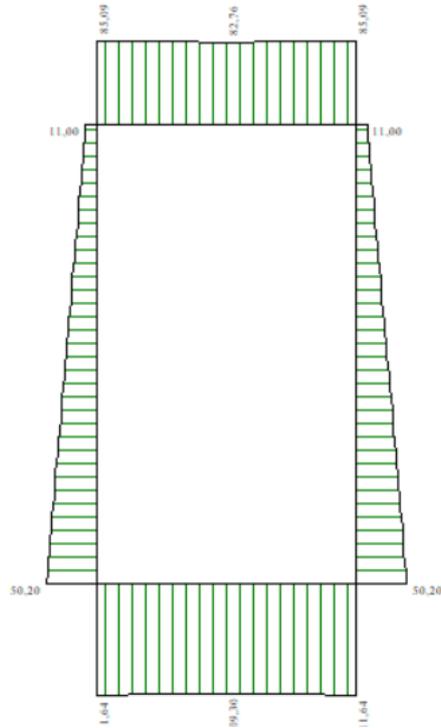


Figura 10-7 – Inviluppo sforzo normale (SLU).

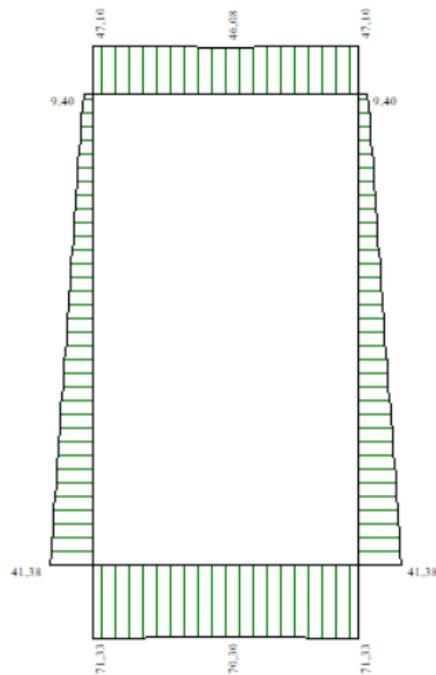


Figura 10-8 – Inviluppo sforzo normale (SLE).

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>39 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	39 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	39 DI 51							

Si rimanda al tabulato di calcolo in allegato per una visione dettagliata dei risultati per ciascuna combinazione di calcolo.

10.6 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali

Nelle tabelle sottostanti si riepilogano le sollecitazioni massime ottenute dai calcoli, allo SLU ed allo SLE, per metro lineare di sviluppo:

Soletta di fondazione			
Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	-52.90	48.23	111.64
SLE	-34.90	39.90	71.33

Tabella 10-1 – Riepilogo delle sollecitazioni massime agenti soletta di fondazione.

Soletta di copertura			
Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	-39.70	11.00	85.10
SLE	-23.53	9.40	47.10

Tabella 10-2 – Riepilogo delle sollecitazioni massime agenti soletta di copertura.

Piedritti			
Stato limite	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
SLU	53.54	112.75	50.20
SLE	-34.90	71.93	41.38

Tabella 10-3 – Riepilogo delle sollecitazioni massime agenti piedritti.

Si assumono, per convenzione, positivi i momenti che tendono le fibre del lato interno degli elementi e negativi i momenti che tendono le fibre lato esterno degli elementi.

10.6.1 Verifiche allo SLU

Di seguito si espongono i risultati delle verifiche allo SLU condotte con l'ausilio del software SAX10 di Aztec Informatica Srl e di opportuno foglio di calcolo Excel.

Si trascura, a vantaggio di sicurezza, lo sforzo normale agente.

10.6.1.1 Soletta di fondazione

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x30cm e risulta armata con 1 ϕ 16/20cm (superiormente ed inferiormente) e ripartitori ϕ 16/40cm. Il copriferro è pari a 5cm.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>40 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	40 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	40 DI 51							

Flessione

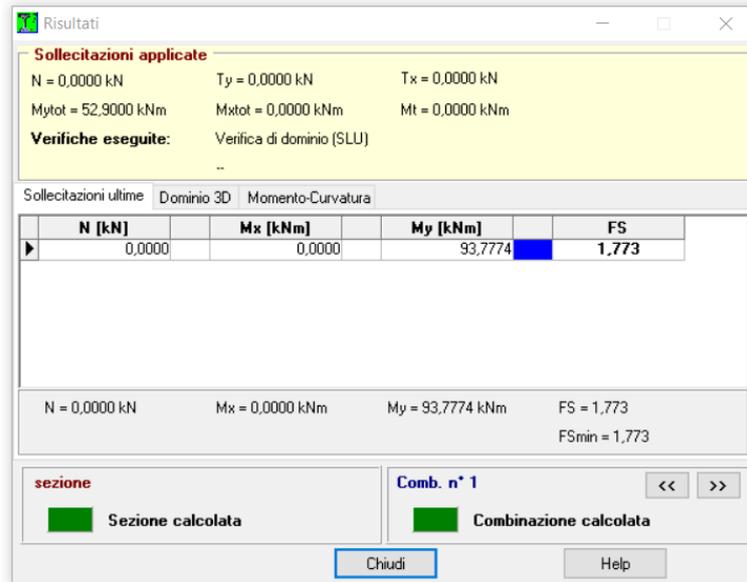


Figura 10-9 – Risultati verifica a flessione.

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$M_{Rd} = 93.78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 52.90 \text{ kNm}$$

Pertanto, la verifica a flessione risulta soddisfatta.

Taglio (elementi senza armature trasversali)

Si riporta la verifica a taglio per elementi senza armature trasversali. Tale verifica, come da calcoli sottostanti, risulta soddisfatta in quanto:

$$V_{Rd} = 131.36 \text{ kN} > V_{Ed} = 48.23 \text{ kN}$$

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI				
Significato dei simboli	Parametro	Valore	u.d.m.	
Altezza utile della sezione in cls	d	250,00	mm	
Larghezza minima della sezione in cls	b _w	1000,00	mm	
Classe di calcestruzzo		C30/37		
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	30,71	MPa	
Coefficiente di sicurezza	γ _c	1,50	-	
Acciaio di armatura		B450C		
Tensione di snervamento caratteristica	f _{yk}	450,00		
Armatura longitudinale di calcolo	A _{sl}	1005,31	mm ²	
armatura longitudinale in zona tesa minima	A _{s,min}	2957,26	mm ²	
Armatura massima	A _{s,max}	10000,00		
Valore di calcolo dello sforzo normale agente	N _{ed}	0,00	N	
-	k	1,89	-	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	p	0,004		
Tensione media di compressione sulla sezione	σ _{cp}	0,00	MPa	
-	v _{min}	0,51	MPa	
Resistenza a taglio di progetto minima	V _{min}	126,43	kN	
Resistenza a taglio di progetto	V _{rd}	131,36	kN	
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V _{ed}	48,23	kN	
Verificato	V _{ed} /V _{rd}	0,37	-	

Figura 10-10 – Risultati verifica a taglio per elementi senza armatura trasversale.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>41 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	41 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	41 DI 51							

Pertanto, non occorre armatura a taglio aggiuntiva. Tuttavia si prevede il minimo di 9 spille/mq.

10.6.1.2 Soletta di copertura

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x30cm e risulta armata con 1 ϕ 16/20cm (superiormente ed inferiormente) e ripartitori ϕ 16/40cm. Il copriferro è pari a 5cm.

Tenuto conto delle sollecitazioni agenti e dello schema di armatura previsto si ritengono esaustive le verifiche condotte per la soletta di fondazione.

10.6.1.3 Piedritti

La sezione di calcolo ha dimensioni 100x30cm e risulta armata con 1 ϕ 16/20cm (superiormente ed inferiormente) e ripartitori ϕ 16/40cm. Il copriferro è pari a 5cm.

Flessione

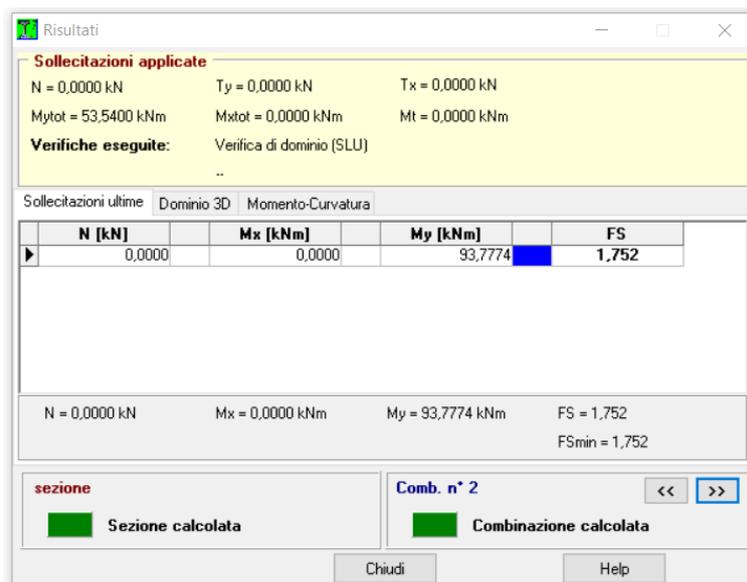


Figura 10-11 – Risultati verifica a flessione.

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$M_{Rd} = 93.78 \text{ kNm} > M_{Ed} = 53.54 \text{ kNm}$$

Taglio (elementi senza armature trasversali)

Si riporta la verifica a taglio per elementi senza armature trasversali. Tale verifica, come da calcoli sottostanti, risulta soddisfatta in quanto:

$$V_{Rd} = 134.87 \text{ kN} > V_{Ed} = 112.75 \text{ kN}$$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>42 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	42 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	42 DI 51							

VERIFICA A TAGLIO SENZA ARMAURE TRASVERSALI			
Significato dei simboli	Parametro	Valore	u.d.m.
Altezza utile della sezione in cls	d	250,00	mm
Larghezza minima della sezione in cls	b _w	1000,00	mm
Classe di calcestruzzo		C30/37	
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	30,71	MPa
Coefficiente di sicurezza	γ _c	1,50	-
Acciaio di armatura		B450C	
Tensione di snervamento caratteristica	f _{yk}	450,00	
Armatura longitudinale di calcolo	A _{sl}	1005,31	mm ²
armatura longitudinale in zona tesa minima	A _{s,min}	2957,26	mm ²
Armatura massima	A _{s,min}	10000,00	
Valore di calcolo dello sforzo normale agente	N _{ed}	0,00	N
-	k	1,89	-
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ	0,004	-
Tensione media di compressione sulla sezione	σ _{cp}	0,00	MPa
-	v _{min}	0,51	MPa
Resistenza a taglio di progetto minima	V _{min}	126,43	kN
Resistenza a taglio di progetto	V _{rd}	131,36	kN
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V _{ed}	112,75	kN
Verificato	V _{ed} /V _{rd}	0,86	-

Figura 10-12 – Risultati verifica a taglio per elementi senza armatura trasversale.

Pertanto non occorre armatura a taglio aggiuntiva. Tuttavia si prevede il minimo di 9 spille/mq.

10.6.2 Verifiche allo SLE

Di seguito si espongono i risultati delle verifiche allo SLE condotte con l'ausilio del software SAX10 di Aztec Informatica Srl.

10.6.2.1 Soletta di fondazione

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Soletta di fondazione - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-23.66	11
T (kN)	37.65	11
N (kN)	48.00	11

Soletta di fondazione - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-23.66	13
T (kN)	37.65	13
N (kN)	48.00	13

Verifica delle tensioni di esercizio

Tenuto conto dei valori delle sollecitazioni sopra riportati, la verifica è stata condotta solo per la combinazione Quasi Permanente i cui limiti tensionali risultano più stringenti. Pertanto la verifica per la combinazione Rara si intende soddisfatta.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>43 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	43 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	43 DI 51							

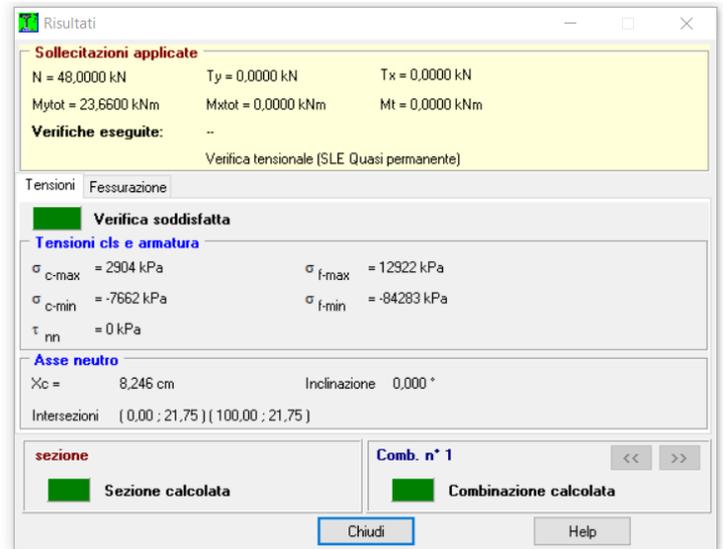
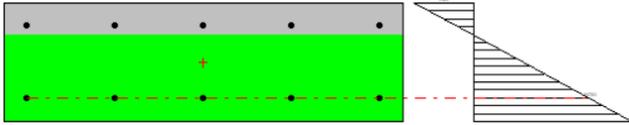


Figura 10-13 – Risultati verifica tensionale (QP).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 2.90 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 84.28 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

La verifica tensionale è soddisfatta.

Verifica a fessurazione

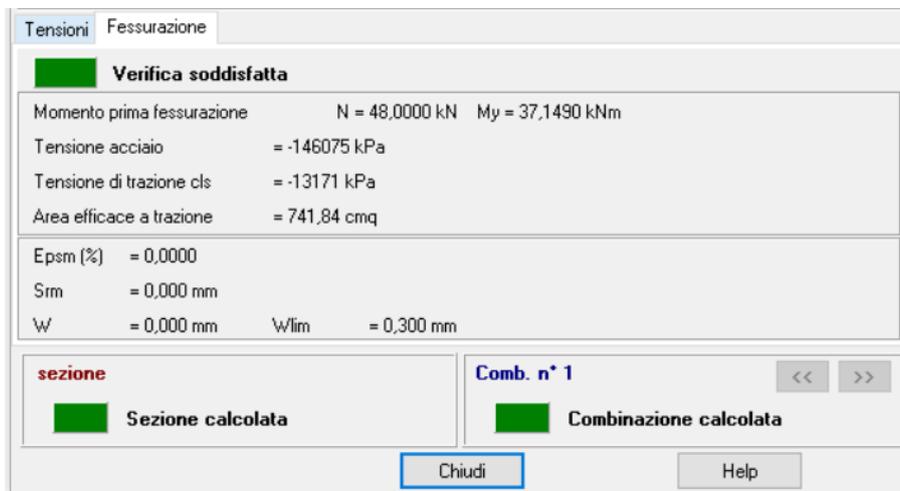


Figura 10-14 – Risultati verifica a fessurazione (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$w_d = 0.00 \text{ mm} < w_2 = 0.300 \text{ mm}$$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>L107</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>44 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	L107	01	E ZZ CL SI0200003	C	44 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
L107	01	E ZZ CL SI0200003	C	44 DI 51							

Pertanto, la verifica a fessurazione è soddisfatta.

10.6.2.2 Soletta di copertura

Tenuto conto delle sollecitazioni agenti e dello schema di armatura previsto si ritengono esaurive le verifiche condotte per la soletta di fondazione.

10.6.2.3 Piedritti

Le sollecitazioni ritenute più significative ai fini delle verifiche sono di seguito riassunte:

Piedritti - SLE Rara		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-23.66	11
T (kN)	48.00	11
N (kN)	38.61	11

Piedritti - SLE QP		
	Valore	Comb. n°
M (kNm)	-23.66	13
T (kN)	48.00	13
N (kN)	38.61	13

Verifica delle tensioni di esercizio

Tenuto conto dei valori delle sollecitazioni sopra riportati, la verifica è stata condotta solo per la combinazione Quasi Permanente i cui limiti tensionali risultano più stringenti. Pertanto la verifica per la combinazione Rara si intende soddisfatta.

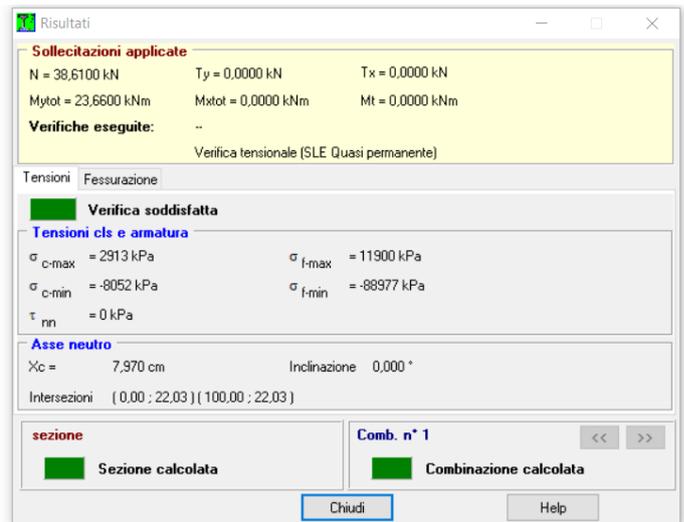
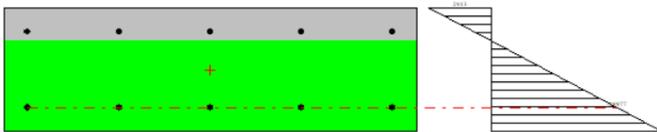


Figura 10-15 – Risultati verifica tensionale (QP).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

$$\sigma_c = 2.91 \text{ MPa} < 0.40f_{ck} = 12.28 \text{ MPa (calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 89.00 \text{ MPa} < 0.75f_{yk} = 337.50 \text{ MPa (acciaio di armatura)}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>45 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	45 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	45 DI 51							

La verifica tensionale è soddisfatta.

Verifica a fessurazione

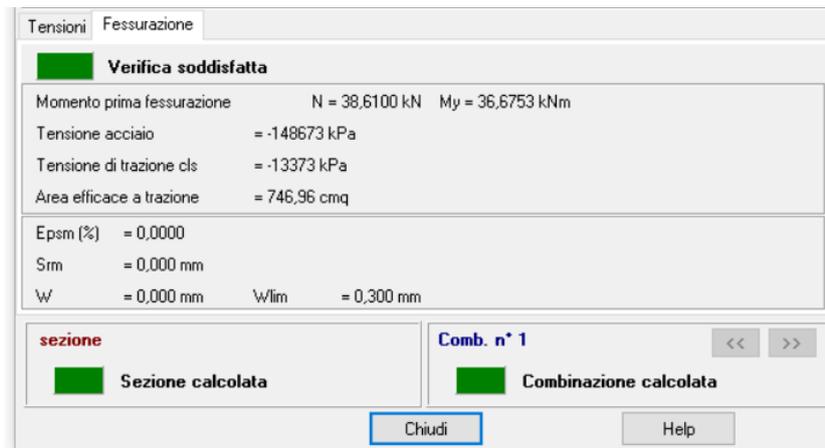


Figura 10-16 – Risultati verifica a fessurazione (Rara).

Come si evince dalla figura sopra riportata, risulta che:

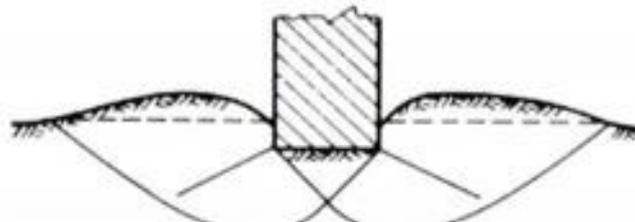
$$w_d = 0.00 \text{ mm} < w_2 = 0.300 \text{ mm}$$

Pertanto, la verifica a fessurazione è soddisfatta.

10.7 Verifiche geotecniche (Carico limite verticale)

La determinazione del carico limite è stata eseguita ipotizzando un meccanismo di rottura generale ed impiegando la formulazione proposta da Terzaghi (1943) in termini di pressioni efficaci:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma + c' N_c s_c + \gamma D N_q s_q$$



dove:

- N_γ , N_c , N_q : fattori di capacità portante dedotti in funzione dell'angolo di attrito dell'unità 6AL ("Fondazioni", C. Viggiani);

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>46 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	46 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	46 DI 51							

- γ : peso per unità di volume del terreno;
- B: larghezza fondazione del pozzetto;

Si è tenuto conto di opportuni fattori correttivi dovuti alla forma (rettangolo di lati B e L) della fondazione:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} tg\varphi$$

$$s_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Si riassumono in tabella i risultati della verifica:

γ (kN/m ³)	D (m)	B (m)	L (m)	N_q	N_γ	N_c	S_c	S_γ	q_{lim} (kPa)
20	0	2.60	3.60	9.60	9.44	19.32	1.36	0.711	279.55

A vantaggio di sicurezza non si è tenuto conto del terreno di rifianco.

La verifica allo SLU, con il riferimento alla combinazione A1+M1+R3, prevede che

$$Q_{lim,d} \geq Q_{es,d}$$

con

$$Q_{lim,d} = \frac{Q_{lim}}{2.30} = \frac{q_{lim} \cdot (2.60m \cdot 3.60m)}{2.30} = 1137.65 \text{ kN}$$

$$Q_{es,d} = 1.30 \cdot (Q_{piedritti} + Q_{solette}) = 1.30 \cdot (372 \text{ kN} + 90 \text{ kN}) = 462 \text{ kN}$$

Si specifica che nel calcolo dei pesi degli elementi strutturali non si è tenuto conto, a vantaggio di sicurezza, delle aperture previste in progetto.

La verifica risulta soddisfatta, essendo $Q_{lim,d} > Q_{es,d}$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>47 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	47 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	47 DI 51							

11 INCIDENZE

Per il calcolo dell'incidenza si faccia riferimento alla tabella ferri riportata nell'elaborato di progetto LI0701EZZBZSI0200002C.

Pozzetto A

Soletta di fondazione

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
4.10	0.30	1	1.23	1.23

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	4.40	69.43
16	26	1.578	1	41.03
8	27	0.395	0.40	4.266
				114.73

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V \text{ (mc)}} = \frac{114.73 \text{ kg}}{1.23 \text{ mc}} = 93.30 \text{ kg/mc/m}$$

Piedritti

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
0.30	3.80	1	1.14	1.14

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	4.25	67.07
16	10	1.578	1.45	22.88
8	30	0.395	0.40	4.74
				94.70

$$\text{Incidenza a metro lineare} = \frac{\text{Peso tot (kg)}}{V \text{ (mc)}} = \frac{94.70 \text{ kg}}{1.14 \text{ mc}} = 83.10 \text{ kg/mc/m}$$

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL SI0200003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">48 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	48 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	48 DI 51							

Soletta di copertura

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
4.10	0.30	1	1.23	1.23

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	4.40	69.43
16	26	1.578	1	41.03
8	27	0.395	0.40	4.266
				114.73

$$Incidenza \ a \ metro \ lineare = \frac{Peso \ tot \ (kg)}{V \ (mc)} = \frac{114.73 \ kg}{1.23 \ mc} = 93.30 \ \frac{kg}{mc/m}$$

Pozzetto B

Soletta di fondazione

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
2.60	0.30	1	0.78	0.78

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.90	45.76
16	18	1.578	1	28.40
8	15	0.395	0.40	2.37
				76.54

$$Incidenza \ a \ metro \ lineare = \frac{Peso \ tot \ (kg)}{V \ (mc)} = \frac{76.54 \ kg}{0.78 \ mc} = 98.10 \ \frac{kg}{mc/m}$$

Piedritti

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
0.30	3.80	1	1.14	1.14

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	4.25	67.07

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>L107</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>49 DI 51</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	L107	01	E ZZ CL SI0200003	C	49 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
L107	01	E ZZ CL SI0200003	C	49 DI 51							

16	10	1.578	1.45	22.88
8	27	0.395	0.40	4.74
				94.70

$$Incidenza \ a \ metro \ lineare = \frac{Peso \ tot \ (kg)}{V \ (mc)} = \frac{94.70 \ kg}{1.14 \ mc} = 83.10 \ \frac{kg}{mc/m}$$

Soletta di copertura

Caratteristiche geometriche				
b (m)	h (m)	L (m)	A (mq)	V (mc)
2.60	0.30	1	0.78	0.78

φ (mm)	n.	peso barra (kg/m)	l (m)	peso tot (kg)
16	10	1.578	2.90	45.76
16	18	1.578	1	28.40
8	15	0.395	0.40	2.37
				76.54

$$Incidenza \ a \ metro \ lineare = \frac{Peso \ tot \ (kg)}{V \ (mc)} = \frac{76.54 \ kg}{0.78 \ mc} = 98.10 \ \frac{kg}{mc/m}$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti</p> <p>A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>50 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	50 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	50 DI 51							

12 GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

In accordo con le indicazioni contenute nel capitolo 10 delle NTC 2008, a commento delle verifiche riportate nei precedenti capitoli si precisa quanto segue:

- Le verifiche degli elementi strutturali, laddove eseguite con programmi di calcolo automatico, sono state effettuate mediante l'utilizzo di codici di riconosciuta affidabilità ed impiego in ambito nazionale: tali codici contengono adeguata documentazione, nonché numerosi test di verifica e validazione circa l'affidabilità dei risultati ottenuti;
- I file di input e output dei programmi, riportati nella presente relazione e nell'apposito allegato, sono stati sottoposti a verifica mediante:
 - controllo dei dati inseriti in merito a caratteristiche dei materiali, carichi e parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, condizioni di vincolo imposte e coerenza con gli schemi statici rappresentati negli elaborati di progetto, nonché della successione delle fasi costruttive imposte nel progetto stesso;
 - valutazione delle reazioni ai vincoli e verifica equilibrio globale della struttura analizzata;
 - analisi speditiva dei risultati per confronto con schemi di calcolo semplificati, oppure con i risultati ed i dimensionamenti già svolti in sede di Progetto Definitivo: questi ultimi, in particolare, hanno costituito un primario riferimento per il dimensionamento delle opere e la valutazione dei risultati, nonché per la comprensione/ elaborazione del giudizio di accettabilità in presenza di eventuali scostamenti, qualora osservati a motivo delle diverse ipotesi di carico/vincolo e sequenze operative imposte.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>ELABORATI SERVIZI INTERFERENTI</p> <p>Acquedotto Pugliese – Relazione di calcolo pozzetti A e B</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL SI0200003</td> <td>C</td> <td>51 DI 51</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	51 DI 51
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0200003	C	51 DI 51							

13 ALLEGATI

Si allegano al presente elaborato:

- Tabulato di calcolo pozzetto A;
- Tabulato di calcolo pozzetto B;