

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 DELLA CAPITANATA**
Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 7	0 1	E	Z Z	C L	S I 0 1 0 0	0 0 4	C	---

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

File: LI0701EZZCLSI0100004C

n. Tab. 228

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA</p> <p>Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto</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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>2 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	2 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	2 DI 19							

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	MATERIALI IMPIEGATI.....	3
4	BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO	4
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
6	METODOLOGIA DI CALCOLO	7
6.1	Analisi dei carichi	7
6.1.1	Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 14mm	7
6.1.2	Tubo di protezione $\phi 1000$ sp 12mm	9
6.1.3	Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 12mm	10
6.2	Sollecitazioni di calcolo	12
6.2.1	Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 14mm	14
6.2.2	Tubo di protezione $\phi 1000$ sp 12mm	15
6.2.3	Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 12mm	16
6.3	Verifica tensionale.....	16
6.3.1	Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 14mm	17
6.3.2	Tubo di protezione $\phi 1000$ sp 12mm	18
6.3.3	Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 12mm	18

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto</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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>3 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	3 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	3 DI 19							

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatto 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 elaborato è il dimensionamento dei tubi di protezione di seguito elencati:

- Tubo di protezione $\phi 1200\text{mm}$ sp 14mm relativo alla condotta acquedottistica $\phi 800\text{mm}$ di proprietà dell'Acquedotto della Capitanata (pk 4+400.00);
- Tubo di protezione $\phi 1000\text{mm}$ sp 12mm relativo alla condotta acquedottistica $\phi 600\text{mm}$ al di sotto della nuova viabilità NV01;
- Tubo di protezione $\phi 1200\text{mm}$ sp 12mm relativo alla condotta acquedottistica $\phi 800\text{mm}$ al di sotto della nuova viabilità NV01;

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;
- [N.7]. Decreto Ministeriale del 4 Aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"

3 MATERIALI IMPIEGATI

Per il tubo di protezione si adotta un acciaio del tipo S355 aventi le seguenti caratteristiche:

Limite di snervamento
Limite di rottura

$$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$$

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA</p> <p>Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto</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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>4 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	4 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	4 DI 19							

4 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO

Con riferimento agli interventi progettuali propedeutici alla risoluzione delle interferenze relative alla condotta acquedottistica $\phi 800$ della Capitanata, si rende necessario proteggere, in specifici tratti, il tubo suddetto con la messa in opera di appositi tubi di protezione.

In particolare, i tubi di protezione saranno allocati al di sotto del tracciato ferroviario in progetto e della NV01 come illustrato nelle figure sottostanti.

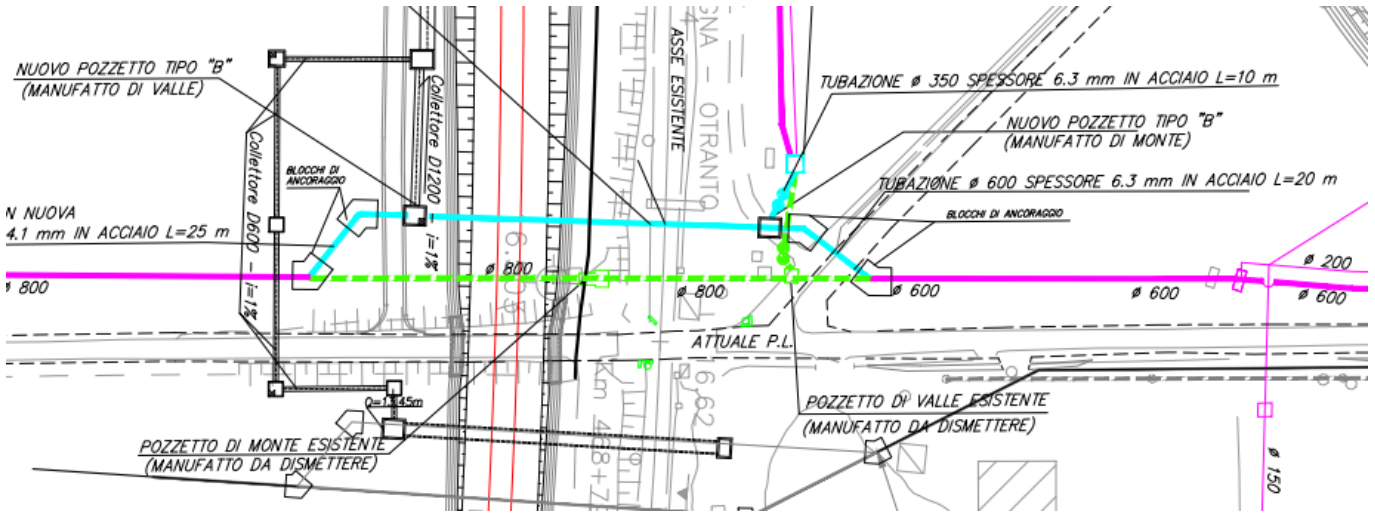


Figura 4-1 – Stralcio planimetrico con indicazione della nuova posizione della condotta acquedottistica $\phi 800$ (campita in ciano) al di sotto del tracciato ferroviario.

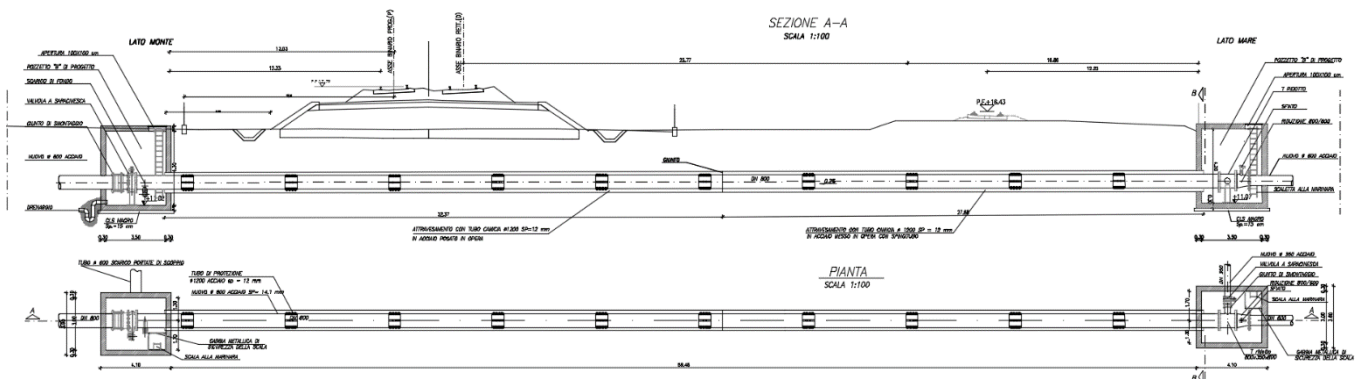


Figura 4-2 – Sezione e pianta nuova condotta acquedottistica $\phi 800$.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto</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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>5 DI 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	5 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	5 DI 19							

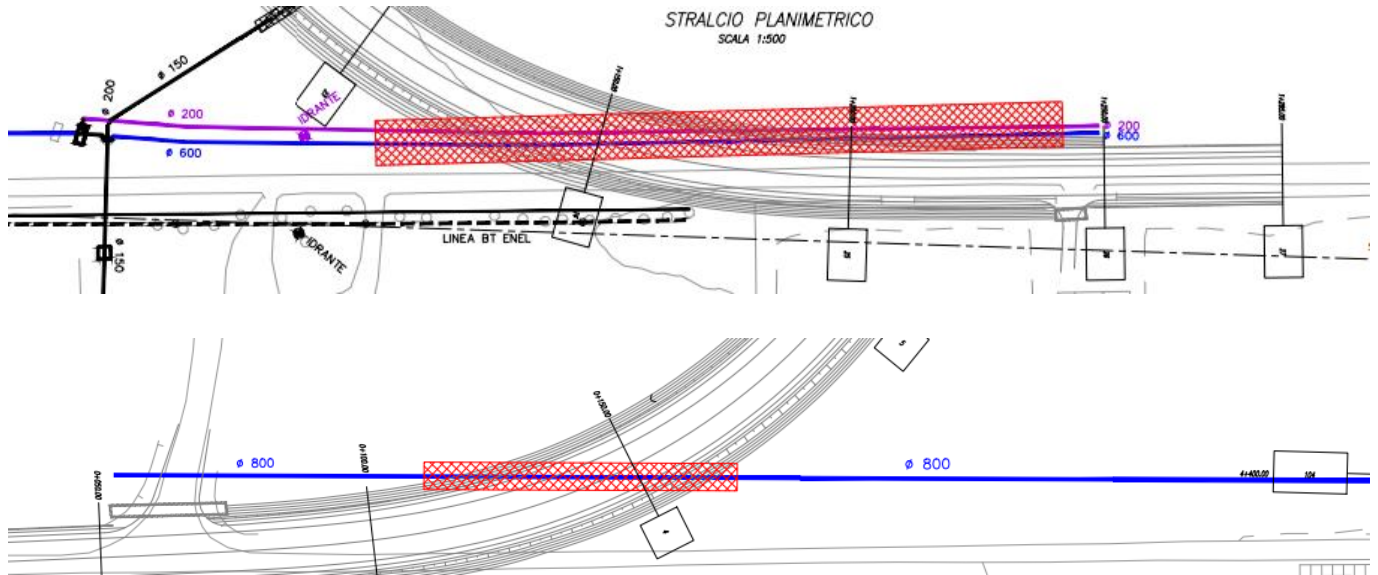


Figura 4-3 – Stralci planimetrici con indicazione dei tubi di protezione al di sotto NV01.

Per maggiori dettagli in merito, si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>6 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	6 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	6 DI 19							

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini del dimensionamento dei tubi di protezione, 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;

Cautelativamente, al fine di massimizzare i carichi agenti, nei calcoli è stato assunto il valore minimo dell'angolo di resistenza al taglio.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>7 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	7 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	7 DI 19							

6 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento dei tubi di protezione è stato condotto in ottemperanza alle Normative di riferimento di cui al par. 2 del presente elaborato. Nello specifico, si è proceduto con la determinazione dei carichi agenti sul tubo e delle sollecitazioni indotte secondo gli schemi di carico A, B, C, D, E (Figura 6-1). Infine, è stata condotta la verifica tensionale con riferimento alla massima tensione agente.

6.1 Analisi dei carichi

6.1.1 Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 14mm

Si elencano di seguito i carichi determinati:

a) Carico ripartito superiore p

Tale carico è dato dalla somma del peso del terrapieno sovrastante la tubazione ed il carico mobile α transitante sul binario.

$$p = \gamma_t H + \alpha$$

Il carico mobile, trattandosi di ferrovie a doppio binario, è stato valutato con la seguente relazione:

$$\alpha = \frac{15000}{(3.08 + 0.8H)} \left[\frac{daN}{m^2} \right]$$

dove H è la distanza minima tra il piano di posa del ballast e la generatrice del tubo di protezione. Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

γ_t (N/m ³)	H (m)	α (daN/m ²)	p (N/m ²)
20000	3	2737.23	87372.26

Tabella 6-1– Calcolo del carico p.

b) Carico ripartito laterale q

Tale carico, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico), è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$q = k_0 D_{est} p$$

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

p (N/m ²)	ϕ' (°)	D_{est} (m)	k_0	q (N/m ²)
87372.26	23	1.20	0.609	63879.84

Tabella 6-2– Calcolo del carico q.

Simbologia adottata:

- ϕ' : angolo di resistenza al taglio del terreno;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>8 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	8 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	8 DI 19							

- k_0 : coefficiente di spinta a riposo;
- D_{est} : diametro esterno del tubo di protezione;

c) Carico triangolare laterale z

Tale carico, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta, è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$z = \frac{1}{2} k_0 \gamma_t D_{est}^2$$

Il coefficiente di spinta a riposo è stato determinato attraverso la relazione di *Jacky*:

$$k_0 = 1 - \sin \varphi'$$

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

γ_t (N/m ³)	φ' (°)	D_{est} (m)	k_0	z (N/m ²)
20000	23	1.20	0.609	8773.50

Tabella 6-3– Calcolo del carico z.

Simbologia adottata:

- γ_T : peso dell'unità di volume del terreno;
- φ' : angolo di resistenza al taglio del terreno;
- k_0 : coefficiente di spinta a riposo;
- D_{est} : diametro esterno tubo di protezione;

d) Reazione totale Q

Il carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali agenti sulla tubazione ed opportunamente combinati, è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$Q = p * D_{est} + \text{Peso tubo di protezione}$$

Il peso del tubo di protezione è stato determinato come segue:

$$\text{Peso} = \gamma_{tubo} * A_{cc}$$

dove γ_{tubo} è il peso specifico del tubo di protezione e A_{cc} è l'area della corona circolare.

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

p (N/m ²)	D_{est} (m)	s (m)	A_{cc} (m ²)	γ_{tubo} (N/m ³)	Peso (N)	Q (N/m)
87372.26	1.20	0.014	0.052	78500	4092.72	108939.44

Tabella 6-4– Calcolo del carico Q.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>9 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	9 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	9 DI 19							

Simbologia adottata:

- D_{est} : diametro esterno tubo di protezione;
- p : carico ripartito superiore;
- s : spessore tubo di protezione;

6.1.2 Tubo di protezione $\phi 1000$ sp 12mm

a) Carico ripartito superiore p

Tale carico è dato dalla somma del peso del terrapieno sovrastante la tubazione ed il carico stradale s rappresentativo del traffico veicolare sulla nuova viabilità NV01.

$$p = \gamma_t H + s$$

dove H è la distanza tra il piano stradale e la generatrice del tubo di protezione. In particolare si è fatto riferimento ad un valore medio.

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

γ_t (N/m ³)	H (m)	s (N/m ²)	p (N/m ²)
20000	2.10	20000	62000

Tabella 6-5- Calcolo del carico p .

b) Carico ripartito laterale q

Tale carico, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico), è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$q = k_0 D_{est} p$$

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

p (N/m ²)	ϕ' (°)	D_{est} (m)	k_0	q (N/m ²)
62000	23	1.00	0.609	37774.67

Tabella 6-6- Calcolo del carico q .

Simbologia adottata:

- ϕ' : angolo di resistenza al taglio del terreno;
- k_0 : coefficiente di spinta a riposo;
- D_{est} : diametro esterno del tubo di protezione;

c) Carico triangolare laterale z

Tale carico, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta, è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$z = \frac{1}{2} k_0 \gamma_t D_{est}^2$$

Il coefficiente di spinta a riposo è stato determinato attraverso la relazione di *Jacky*:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>10 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	10 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	10 DI 19							

$$k_0 = 1 - \text{sen}\varphi'$$

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

γ_t (N/m ³)	φ' (°)	D_{est} (m)	k_0	z (N/m ²)
20000	23	1.00	0.609	6092.70

Tabella 6-7– Calcolo del carico z.

Simbologia adottata:

- γ_T : peso dell'unità di volume del terreno;
- φ' : angolo di resistenza al taglio del terreno;
- k_0 : coefficiente di spinta a riposo;
- D_{est} : diametro esterno tubo di protezione;

d) Reazione totale Q

Il carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali agenti sulla tubazione ed opportunamente combinati, è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$Q = p * D_{est} + \text{Peso tubo di protezione}$$

Il peso del tubo di protezione è stato determinato come segue:

$$\text{Peso} = \gamma_{tubo} * A_{cc}$$

dove γ_{tubo} è il peso specifico del tubo di protezione e A_{cc} è l'area della corona circolare.

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

p (N/m ²)	D_{est} (m)	s (m)	A_{cc} (m ²)	γ_{tubo} (N/m ³)	Peso (N)	Q (N/m)
87372.26	1.00	0.012	0.037	78500	2922.40	64922.40

Tabella 6-8– Calcolo del carico Q.

Simbologia adottata:

- D_{est} : diametro esterno tubo di protezione;
- p : carico ripartito superiore;
- s : spessore tubo di protezione;

6.1.3 Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 12mm

a) Carico ripartito superiore p

Tale carico è dato dalla somma del peso del terrapieno sovrastante la tubazione ed il carico stradale s rappresentativo del traffico veicolare sulla nuova viabilità NV01.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>11 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	11 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	11 DI 19							

$$p = \gamma_t H + s$$

dove H è la distanza tra il piano stradale e la generatrice del tubo di protezione. In particolare si è fatto riferimento ad un valore medio.

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

γ_t (N/m ³)	H (m)	s (N/m ²)	p (N/m ²)
20000	1.40	20000	48000

Tabella 6-9– Calcolo del carico p.

b) Carico ripartito laterale q

Tale carico, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico), è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$q = k_0 D_{est} p$$

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

p (N/m ²)	φ' (°)	D_{est} (m)	k_0	q (N/m ²)
48000	23	1.20	0.609	35094

Tabella 6-10– Calcolo del carico q.

Simbologia adottata:

- φ' : angolo di resistenza al taglio del terreno;
- k_0 : coefficiente di spinta a riposo;
- D_{est} : diametro esterno del tubo di protezione;

c) Carico triangolare laterale z

Tale carico, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta, è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$z = \frac{1}{2} k_0 \gamma_t D_{est}^2$$

Il coefficiente di spinta a riposo è stato determinato attraverso la relazione di Jacky:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\varphi'$$

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

γ_t (N/m ³)	φ' (°)	D_{est} (m)	k_0	z (N/m ²)
20000	23	1.20	0.609	8773.50

Tabella 6-11– Calcolo del carico z.

Simbologia adottata:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>12 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	12 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	12 DI 19							

- γ_T : peso dell'unità di volume del terreno;
- ϕ' : angolo di resistenza al taglio del terreno;
- k_0 : coefficiente di spinta a riposo;
- D_{est} : diametro esterno tubo di protezione;

d) Reazione totale Q

Il carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali agenti sulla tubazione ed opportunamente combinati, è stato valutato mediante la seguente relazione:

$$Q = p * D_{est} + \text{Peso tubo di protezione}$$

Il peso del tubo di protezione è stato determinato come segue:

$$\text{Peso} = \gamma_{tubo} * A_{cc}$$

dove γ_{tubo} è il peso specifico del tubo di protezione e A_{cc} è l'area della corona circolare.

Si riepilogano i valori dei parametri assunti per il calcolo di suddetta aliquota di carico:

p (N/m ²)	D _{est} (m)	s (m)	A _{cc} (m ²)	γ_{tubo} (N/m ³)	Peso (N)	Q (N/m)
87372.26	1.20	0.012	0.045	78500	3514	61113.96

Tabella 6-12- Calcolo del carico Q.

Simbologia adottata:

- D_{est} : diametro esterno tubo di protezione;
- p: carico ripartito superiore;
- s: spessore tubo di protezione;

6.2 Sollecitazioni di calcolo

Si riepilogano di seguito gli schemi impiegati per il calcolo delle sollecitazioni:

- *Schema A*: Peso proprio della tubazione;
- *Schema B*: Carico orizzontale uniforme;
- *Schema C*: Carico laterale uniforme;
- *Schema D*: Carico laterale variabile;
- *Schema E*: Reazione radiale totale.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO LI07 01 E ZZ CL SI0100004 C 13 DI 19

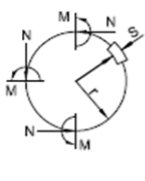
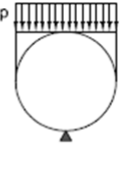
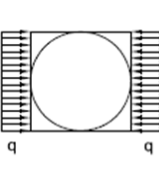
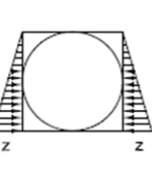

	A	B	C	D	E
	PESO PROPRIO	CARICO RIPARTITO SUPERIORE	CARICO RIPARTITO LATERALE	CARICO TRIANGOLARE LATERALE	REAZIONE RADIALE COSTANTE SETTORE $2\varphi_0 = 60^\circ$
SCHEMA					
SEZIONE VERTICALE SUPERIORE	$M = \frac{1}{2} \gamma_t s r^2$ $N = -\frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = (\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8}) p r^2 = 0,29941 p r^2$ $N = -\frac{1}{3\pi} p r = -0,10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{5}{48} z r^2 = -0,10417 z r^2$ $N = \frac{5}{16} z r = 0,31250 z r$	$Q =$ (reazione totale) $M =$ $-0,0073038 Q r$ $N = 0,014817 Q$
SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA	$M = -\frac{\pi-2}{2} \gamma_t s r^2 = -0,57080 \gamma_t s r^2$ $N = \frac{\pi}{2} \gamma_t s r = 1,57080 \gamma_t s r$	$M = (\frac{1}{\pi} - \frac{5}{8\pi}) p r^2 = -0,30669 p r^2$ $N = p r$	$M = \frac{1}{4} q r^2 =$ $N = 0$	$M = \frac{1}{8} z r^2 = 0,125 z r^2$ $N = 0$	$M = 0,0075118 Q r$ $N = 0$
SEZIONE VERTICALE INFERIORE	$M = \frac{3}{2} \gamma_t s r^2$ $N = \frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = (\frac{2}{3\pi} + \frac{3}{8}) p r^2 = 0,58721 p r^2$ $N = \frac{1}{3\pi} p r = 0,10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{7}{48} z r^2 = -0,14583 z r^2$ $N = \frac{11}{16} z r = 0,68750 z r$	$M = -0,11165 Q r$ $N = 0,11916 Q$
M = momento flettente N = sforzo assiale p = carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso della massicciata q = pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali z = pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali r = raggio medio della tubazione		s = spessore della tubazione γ_t = peso specifico del materiale costituente la tubazione Q = reazione radiale totale			

Figura 6-1– Schemi di carico per il calcolo delle sollecitazioni nel tubo.

I valori delle sollecitazioni N e M per ciascuno schema di carico determinati secondo le formule riportate in Figura 6-1.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>14 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	14 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	14 DI 19							

Simbologia adottata:

- γ_{tubo} : peso specifico tubo di protezione;
- s : spessore tubo di protezione;
- r : raggio medio tubo di protezione;

6.2.1 Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 14mm

Si sintetizzano i risultati in termini di sollecitazioni per ciascuno schema di carico.

Schema A								
			<i>sez. vert. sup.</i>		<i>sez. orizz. mediana</i>		<i>sez. vert. Inf.</i>	
γ_{tubo} (N/m ³)	s (m)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
78500	0.012	0.593	165.63	-279.30	-189.08	877.46	496.88	279.30

Schema B							
		<i>sez. vert. sup.</i>		<i>sez. orizz. mediana</i>		<i>sez. vert. Inf.</i>	
p (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
87372.26	0.593	9199.18	-5497.23	-9422.86	51811.75	18041.66	5497.23

Schema C							
		<i>sez. vert. sup.</i>		<i>sez. orizz. mediana</i>		<i>sez. vert. Inf.</i>	
q (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
63879.84	0.593	-5615.82	37880.75	5615.82	0.00	-5615.82	37880.75

Schema D							
		<i>sez. vert. sup.</i>		<i>sez. orizz. mediana</i>		<i>sez. vert. Inf.</i>	
z (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
8773.47	0.593	-321.38	1625.83	385.65	0.00	-449.91	3576.83

Schema E							
		<i>sez. vert. sup.</i>		<i>sez. orizz. mediana</i>		<i>sez. vert. Inf.</i>	
Q (N)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
108939.44	0.593	-471.83	1614.16	485.27	0.00	-7212.71	12981.22

Simbologia adottata:

- γ_{tubo} : peso specifico tubo di protezione;
- s : spessore tubo di protezione;
- r_m : raggio medio tubo di protezione;
- p : carico ripartito superiore;
- q : carico ripartito laterale;
- z : carico triangolare laterale;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>15 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	15 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	15 DI 19							

– Q: reazione totale;

6.2.2 Tubo di protezione $\phi 1000$ sp 12mm

Si sintetizzano i risultati in termini di sollecitazioni per ciascuno schema di carico.

Schema A								
			sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
γ_{tubo} (N/m ³)	s (m)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
78500	0.012	0.494	114.94	-232.67	-131.22	730.97	344.82	232.67

Schema B							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
p (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
62000	0.494	4530.14	-3249.63	-4640.29	30628	8884.62	3249.63

Schema C							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
q (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
37774.67	0.494	-2304.59	18660.69	2304.59	0	-2304.59	18660.69

Schema D							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
z (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
6092.69	0.494	-154.88	940.56	185.85	0	-216.83	2069.23

Schema E							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
Q (N)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
64922.39	0.494	-234.24	961.95	240.92	0	-3580.80	7736.15

Simbologia adottata:

- γ_{tubo} : peso specifico tubo di protezione;
- s: spessore tubo di protezione;
- r_m : raggio medio tubo di protezione;
- p: carico ripartito superiore;
- q: carico ripartito laterale;
- z: carico triangolare laterale;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>16 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	16 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	16 DI 19							

6.2.3 Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 12mm

Si sintetizzano i risultati in termini di sollecitazioni per ciascuno schema di carico.

Schema A								
			sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
γ_{tubo} (N/m ³)	s (m)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
78500	0.012	0.594	166.19	-279.77	-189.72	878.94	498.56	279.77

Schema B							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
p (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
48000	0.594	5070.85	-3025.12	-5194.14	28512	9945.06	3025.12

Schema C							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
q (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
35094	0.594	-3095.60	20845.77	3095.60	0	-3095.60	20845.77

Schema D							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
z (N/m ²)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
8773.47	0.594	-322.47	1628.58	386.95	0	-451.43	3582.87

Schema E							
		sez. vert. sup.		sez. oriz. mediana		sez. vert. Inf.	
Q (N)	r_m (m)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)	M (Nm)	N (N)
61113.96	0.594	-265.14	905.53	272.69	0	-4053.08	7282.34

Simbologia adottata:

- γ_{tubo} : peso specifico tubo di protezione;
- s: spessore tubo di protezione;
- r_m : raggio medio tubo di protezione;
- p: carico ripartito superiore;
- q: carico ripartito laterale;
- z: carico triangolare laterale;

6.3 Verifica tensionale

Sulla scorta delle sollecitazioni ottenute, le tensioni indotte sono state ottenute come segue:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>17 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	17 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	17 DI 19							

$$\sigma_{tot} = \sigma_N + \sigma_M = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

dove:

- A: area della corona circolare;
- W: modulo di resistenza della sezione;

6.3.1 Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 14mm

Si riepilogano i valori delle tensioni indotte (riferimento ad 1m di tubo) per le seguenti sezioni:

- Sezione verticale superiore;
- Sezione orizzontale mediana;
- Sezione verticale inferiore;

<i>Sezione verticale superiore</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
14	1000	14000	32666.67	2.52	90.58	93.01

<i>Sezione orizzontale mediana</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
14	1000	14000	32666.67	3.76	-95.67	-92

<i>Sezione verticale inferiore</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
14	1000	14000	32666.67	4.30	161.02	165.32

In ottemperanza al Decreto Ministeriale del 4 Aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto", nella verifica delle tensioni di esercizio, la sollecitazione massima cui risulta sottoposto il materiale deve risultare superiore della metà del carico di snervamento minimo del materiale stesso.

Si sintetizzano di seguito i risultati della verifica tensionale:

Acciaio	f_{yk} (N/mm ²)	σ_{AMM} (N/mm ²)	σ_{MAX} (N/mm ²)	FS	Esito verifica
S355	355	338.10	165.32	2.05	ok

La verifica risulta soddisfatta.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>18 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	18 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	18 DI 19							

6.3.2 Tubo di protezione $\phi 1000$ sp 12mm

Si riepilogano i valori delle tensioni indotte (riferimento ad 1m di tubo) per le seguenti sezioni:

- Sezione verticale superiore;
- Sezione orizzontale mediana;
- Sezione verticale inferiore;

<i>Sezione verticale superiore</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
12	1000	12000	24000	1.42	81.31	82.73

<i>Sezione orizzontale mediana</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
12	1000	12000	24000	2.61	-85.01	-82.39

<i>Sezione verticale inferiore</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
12	1000	12000	24000	2.66	130.30	132.96

In ottemperanza al Decreto Ministeriale del 4 Aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto", nella verifica delle tensioni di esercizio, la sollecitazione massima cui risulta sottoposto il materiale deve risultare superiore della metà del carico di snervamento minimo del materiale stesso.

Si sintetizzano di seguito i risultati della verifica tensionale:

Acciaio	f_{yk} (N/mm ²)	σ_{AMM} (N/mm ²)	σ_{MAX} (N/mm ²)	FS	Esito verifica
S355	355	338.10	132.96	2.54	ok

La verifica risulta soddisfatta.

6.3.3 Tubo di protezione $\phi 1200$ sp 12mm

Si riepilogano i valori delle tensioni indotte (riferimento ad 1m di tubo) per le seguenti sezioni:

- Sezione verticale superiore;

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE - ACQUEDOTTO DELLA CAPITANATA Relazione di calcolo tubo di protezione acquedotto	<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 SI0100004</td> <td>C</td> <td>19 DI 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	19 DI 19
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ CL SI0100004	C	19 DI 19							

- Sezione orizzontale mediana;
- Sezione verticale inferiore;

<i>Sezione verticale superiore</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
12	1000	12000	24000	1.67	67.74	66.42

<i>Sezione orizzontale mediana</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
12	1000	12000	24000	2.45	-67.86	-65.41

<i>Sezione verticale inferiore</i>						
s (mm)	L (mm)	A (mm ²)	W (mm ³)	σ_N (N/mm ²)	σ_M (N/mm ²)	σ_{TOT} (N/mm ²)
12	1000	12000	24000	2.92	118.48	121.40

In ottemperanza al Decreto Ministeriale del 4 Aprile 2014 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto", nella verifica delle tensioni di esercizio, la sollecitazione massima cui risulta sottoposto il materiale deve risultare superiore della metà del carico di snervamento minimo del materiale stesso.

Si sintetizzano di seguito i risultati della verifica tensionale:

Acciaio	f_{yk} (N/mm ²)	σ_{AMM} (N/mm ²)	σ_{MAX} (N/mm ²)	FS	Esito verifica
S355	355	338.10	121.40	2.79	ok

La verifica risulta soddisfatta.