

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO

COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE

PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI

Fognatura bianca e nera
Relazione di calcolo tubi per microtunneling

SCALA:

-

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

I Z 0 9 0 0 D 2 6 C L I N 0 2 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Serrau <i>F. Serrau</i>	Settembre 2019	C. Laporta <i>C. Laporta</i>	Settembre 2019	S. Lo Presti <i>S. Lo Presti</i>	Settembre 2019	F. Sacchi Settembre 2019

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Esperto negli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 23472/Str-A

File: IZ0900D26CLIN0200001A.docx

Elab.:



**PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO
COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE
PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE
SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI**

**FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE
DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN09	00	D26	CLIN0200001	A	2 di 18

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	NORMATIVA, RACCOMANDAZIONI E LINEE GUIDA.....	6
2.2	ELABORATI DI PROGETTO.....	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
3.1	CALCESTRUZZO.....	7
3.2	ACCIAIO.....	7
4	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	8
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	9
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE	10
7	ANALISI DEI CARICHI.....	11
7.1	AZIONI PERMANENTI.....	11
7.1.1	Pesi propri.....	11
7.1.2	Spinta delle terre in condizioni statiche	11
7.2	AZIONI VARIABILI	11
7.3	AZIONE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE	11
8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	13
9	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	14
10	SOLLECITAZIONI	16
11	SOLUZIONI PROGETTUALI.....	17

	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PRG E ACC DEL P.M. CARNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI												
FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN09</td> <td>00</td> <td>D26</td> <td>CLIN0200001</td> <td>A</td> <td>4 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN09	00	D26	CLIN0200001	A	4 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN09	00	D26	CLIN0200001	A	4 di 18								

1 PREMESSA

Nell'ambito del "Progetto definitivo relativo al completamento del nodo di Udine – PRG e ACC del P.M. Carnaccho e opere sostitutive dei pl interferenti" si prevede la progettazione di n°3 nuovi tombinamenti della Roggia di Palma da eseguire lungo Via Casali Caiselli, alla progressiva p.k. 6+925 dell'annesso progetto ferroviario. L'intervento risulta inserito in un progetto più ampio che deve la sua origine alle necessità, da parte di RFI, di soddisfare le nuove esigenze logistiche dettate dall'attuale contesto economico in forte sviluppo della zona industriale Udinese (ZIU-ZAU) e dell'impianto ABS che, nell'ambito degli interventi di riorganizzazione funzionale del Nodo di Udine, vede anche la necessità di ottimizzare e potenziare l'attuale infrastruttura ferroviaria.

Oggetto della presente relazione è l'analisi dello stato di sollecitazione delle condotte circolari messe in opera con scavo meccanizzato, previsto in corrispondenza del sito illustrato indicativamente in Figura 1 ed in dettaglio negli elaborati di progetto (Doc. rif. [6]).

In particolare, si descrivono i carichi agenti sulla struttura in esame e la formulazione analitica utilizzata per la valutazione delle sollecitazioni. I calcoli sono stati eseguiti in considerazione delle vigenti normative e prescrizioni ed, in particolare, in conformità a quanto previsto nelle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

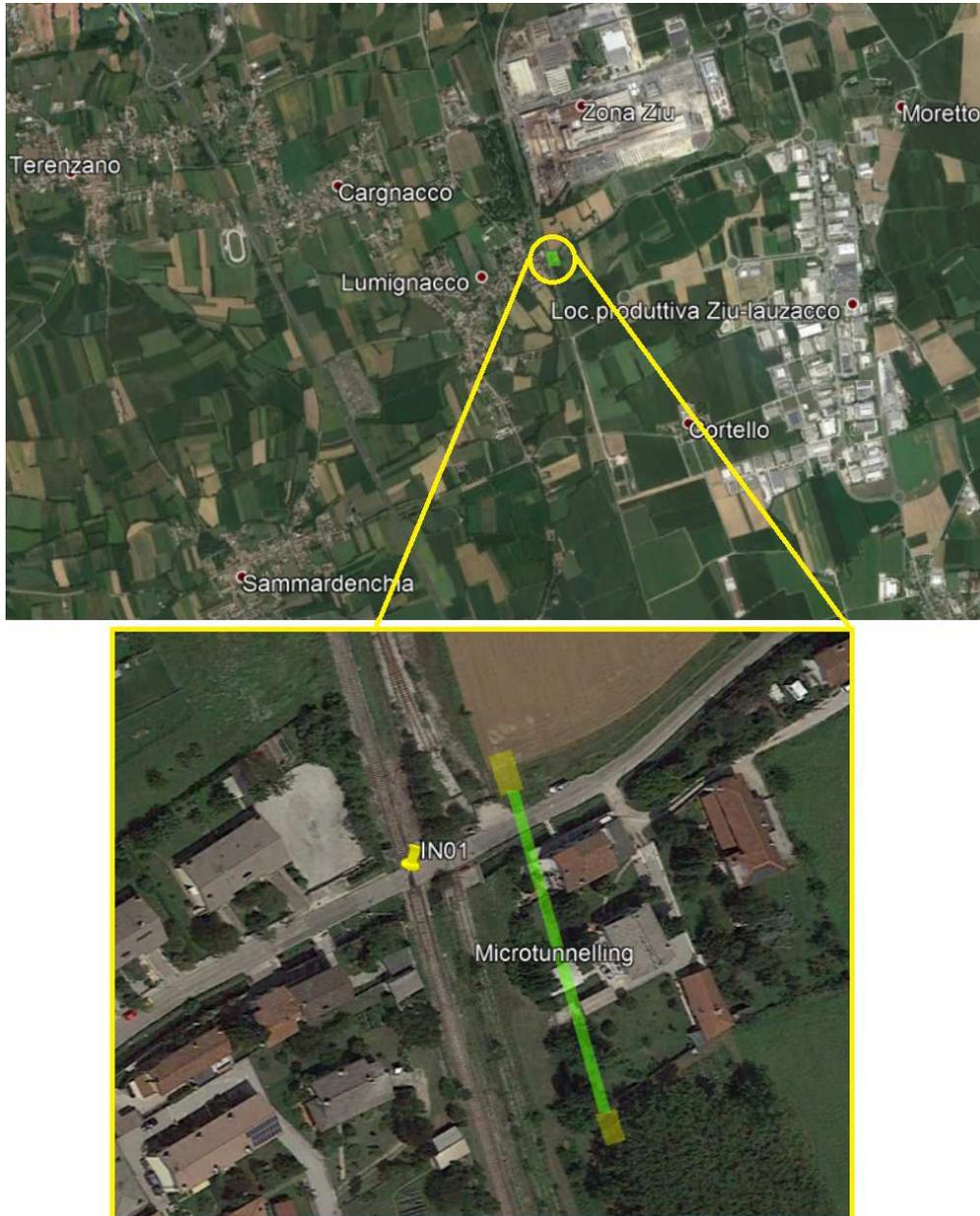


Figura 1: Inquadramento dell'area di intervento

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI</p>												
<p>FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN09</td> <td>00</td> <td>D26</td> <td>CLIN0200001</td> <td>A</td> <td>6 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN09	00	D26	CLIN0200001	A	6 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN09	00	D26	CLIN0200001	A	6 di 18								

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA, RACCOMANDAZIONI E LINEE GUIDA

- [1] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, Supplemento Ordinario alla G.U. n.42 del 20.2.2018;
- [2] D.M. 04/04/2014 Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto
- [3] Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- [4] RFI – Rete Ferroviaria Italia, Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, “Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II, Sezione 2, Ponti e Strutture”, Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 A, 30/12/2016.

2.2 ELABORATI DI PROGETTO

- [5] IZ0900D26RGSL0300004A, Relazione geotecnica
- [6] IZ0900D26PZIN0200001A, Microtunnelling - Pianta prospetto e sezioni camera di spinta e tubi
- [7] IZ0900D26PZIN0200002A, Microtunnelling - Fasi esecutive
- [8] IZ0900D26RIIN0200001A, Relazione adeguamento fognatura bianca e nera
- [9] IZ0900D26W9IN0200002A, Fognatura bianca e nera – Particolare attraversamento Roggia Palma

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Tutti i materiali previsti per la realizzazione dell'opera sono stati definiti in conformità a quanto espressamente indicato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (Rif. [1]). Nei paragrafi che seguono si elencano le principali caratteristiche meccaniche richieste ai suddetti materiali.

3.1 CALCESTRUZZO

Calcestruzzo

Classe di resistenza	C50/60
resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 60 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$

3.2 ACCIAIO

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$

4 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

La sintesi dei principali parametri geomeccanici dei vari strati, riportata nella relazione geotecnica afferente al presente progetto, è riassunta nella seguente tabella:

Tabella 1 – Modello geotecnico di riferimento

Unità litologiche	Profondità		γ	ϕ'	c'	E_{op}
	m	p.c.	kN/m^3	$^\circ$	kPa	MPa
Sabbia limosa / limo sabbioso	0	1.5	18	32	0	25
Ghiaia sabbiosa con ciottoli	1.5	30	20	38	0	65

	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING	COMMESSA IN09	LOTTO 00	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLIN0200001	REV. A

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Sulla base di quanto evidenziato nella Relazione Geotecnica, il terreno di fondazione può essere classificato come di Categoria Suolo B e l'area di riferimento come Categoria Topografica T1.

La progettazione delle strutture farà riferimento a:

vita nominale $V_N = 75$ anni
 classe d'uso / Coefficiente d'uso $II / C_U = 1$

in base a ciò risulta:

periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 75$ anni

L'azione sismica di progetto è stimata con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita, con una probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R pari al 10%, ossia con riferimento al seguente periodo di ritorno dell'azione sismica T_R :

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -75 / \ln(1-0.10) = 712 \text{ anni}$$

A seconda della progressiva del tracciato, sono stati individuati i seguenti parametri per la definizione dell'azione sismica:

a_g (g) (SLV)	0.207
Risposta Sismica Locale	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.200
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$)	0.248

Nel seguito, il calcolo dell'azione sismica è stato eseguito considerando il massimo valore di a_{max} , ossia quello ricadente nell'ultima parte del tracciato, nel comune di Castelfranco Veneto.

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Per l'attraversamento del rilevato ferroviario, è prevista la posa di elementi prefabbricati circolari in c.a. di lunghezza pari a 2.35 m, diametro nominale 2.5 m e spessore 250 mm.

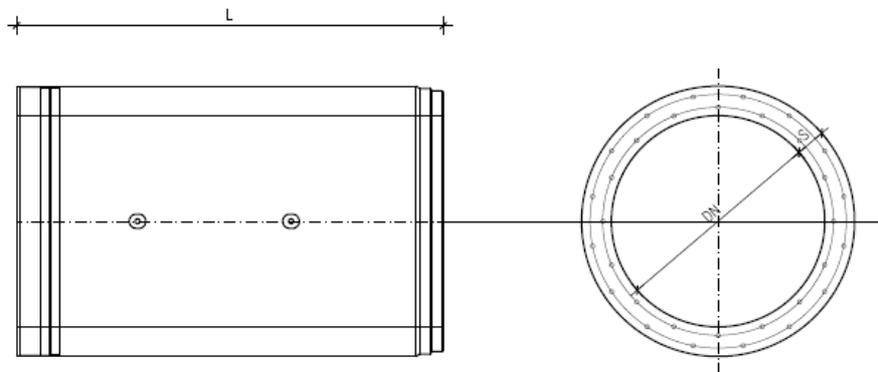


Figura 2 – Sezione tipo tombino circolare

	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI					
	FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING	COMMESSA IN09	LOTTO 00	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLIN0200001	REV. A

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 AZIONI PERMANENTI

7.1.1 *Pesi propri*

Per il calcolo del peso proprio delle strutture e dello strato di ricoprimento dovuto al terreno e al ballast si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

Struttura in c.a. $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$;
Terreno di ricoprimento: v. Tabella 1.

Nel caso in esame, lo spessore massimo del ricoprimento è pari a 5.10 m e, pertanto, il sovraccarico agente è pari a 97 kPa.

7.1.2 *Spinta delle terre in condizioni statiche*

Il calcolo delle spinte dovute al terreno e ai sovraccarichi è stato eseguito con il metodo di Rankine nell'ipotesi che il terreno si trovi in condizione di spinta a riposo, introducendo quindi nel calcolo della spinte agenti il fattore k_0 , calcolato come $1 - \sin\phi'$, nel quale è stato assunto un angolo di attrito pari a 38° .

Secondo tale criterio, la distribuzione di sforzo orizzontale agente sull'elemento circolare è trapezoidale e pari a 38 kPa nella porzione superiore e 42.7 in quella inferiore.

7.2 AZIONI VARIABILI

Il carico variabile dovuto al traffico di mezzi di cantiere o agricoli è assunto pari a 10 kPa.

7.3 AZIONE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE

L'effetto del sisma è considerato applicando un incremento di sforzo valutato secondo la teoria di Wood, agente direttamente sull'elemento secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI												
FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN09</td> <td>00</td> <td>D26</td> <td>CLIN0200001</td> <td>A</td> <td>12 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN09	00	D26	CLIN0200001	A	12 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN09	00	D26	CLIN0200001	A	12 di 18								

$$\Delta P_d = \gamma \cdot H \cdot (a_{\max}/g)$$

dove:

γ rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce,

H rappresenta l'altezza totale dell'opera (pari a 2.5m nel caso in esame).

Tale azione risulta pari a 15kPa.

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono definite sulla base dei criteri forniti dalle Norme Tecniche e sono di seguito richiamate:

- fondamentale $\gamma_{G1} \cdot G_{1k} + \gamma_{G2} \cdot G_{2k} + \gamma_{G3} \cdot G_{3k} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{1k} + \sum(\gamma_{Qj} \cdot \psi_{0,j} \cdot Q_{ik})$;
- sismica $\gamma_I \cdot E_{SLU} + G_{1k} + G_{2k} + G_{3k} + \sum(\psi_{2,j} \cdot Q_{ik})$
- rara $G_{1k} + G_{2k} + G_{3k} + \psi_{0,1} \cdot Q_{1k} + \sum(\psi_{0,j} \cdot Q_{ik})$;
- frequente $G_{1k} + G_{2k} + G_{3k} + \psi_{1,1} \cdot Q_{1k} + \sum(\psi_{2,j} \cdot Q_{ik})$
- quasi permanente $G_{1k} + G_{2k} + G_{3k} + \sum(\psi_{2,j} \cdot Q_{ik})$.

I coefficienti parziali per le azioni γ_F previsti dalla norma al cap.5 delle NTC18 sono:

Tabella 2 - Coefficienti parziali per azioni o effetto delle azioni (NTC, Tab. 5.2.VI)

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.35	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.45	1.45	1.25

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

	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI												
FOGNATURA PIANCA E NERA - RELAZIONE DI CALCOLO TUBI PER MICROTUNNELING	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN09</td> <td>00</td> <td>D26</td> <td>CLIN0200001</td> <td>A</td> <td>14 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN09	00	D26	CLIN0200001	A	14 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN09	00	D26	CLIN0200001	A	14 di 18								

9 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

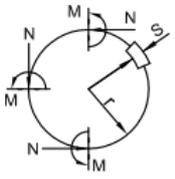
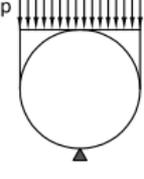
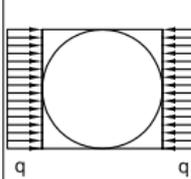
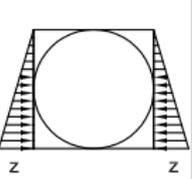
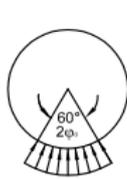
Il calcolo delle sollecitazioni agenti sull'elemento circolare è stato eseguito analiticamente, facendo riferimento a quanto riportato nelle Norme Tecniche per gli attraversamenti (Doc. rif. [2]).

L'analisi viene eseguita a partire dallo studio di una sezione caratteristica della struttura, riconducendo il calcolo alla risoluzione di uno schema piano che rappresenta una sezione trasversale di spessore unitario.

Nelle diverse combinazioni di calcolo considerate, è stata applicata la sovrapposizione degli effetti per tenere conto di tutti i contributi di carico gravanti sull'elemento circolare prima descritti.

Lo stato di sollecitazione nelle sezioni superiore, mediana e inferiore è stato calcolato a partire quanto riportato e mostrato nella seguente tabella:

Tabella 3 – Formulazione analitica per la valutazione dello stato di sollecitazione di tubazioni circolari (Allegato A, Doc. rif. [2])

	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	$M = \frac{1}{2} \gamma_t s r^2$ $N = -\frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = \left(\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8} \right) p r^2 = 0,29941 p r^2$ $N = -\frac{1}{3\pi} p r = -0,10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{5}{48} z r^2 = -0,10417 z r^2$ $N = \frac{5}{16} z r = 0,31250 z r$	$Q =$ (reazione totale) $M =$ $-0,0073038 Q r$ $N = 0,014817 Q$
SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA	$M = -\frac{\pi-2}{2} \gamma_t s r^2 = -0,57080 \gamma_t s r^2$ $N = \frac{\pi}{2} \gamma_t s r = 1,57080 \gamma_t s r$	$M = \left(\frac{1}{\pi} - \frac{5}{8} \right) p r^2 = -0,30669 p r^2$ $N = p r$	$M = \frac{1}{4} q r^2 =$ $N = 0$	$M = \frac{1}{8} z r^2 = 0,125 z r^2$ $N = 0$	$M = 0,0075118 Q r$ $N = 0$
SEZIONE VERTICALE INFERIORE	$M = \frac{3}{2} \gamma_t s r^2$ $N = \frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = \left(\frac{2}{3\pi} + \frac{3}{8} \right) p r^2 = 0,58721 p r^2$ $N = \frac{1}{3\pi} p r = 0,10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{7}{48} z r^2 = -0,14583 z r^2$ $N = \frac{11}{16} z r = 0,68750 z r$	$M = -0,11165 Q r$ $N = 0,11916 Q$

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

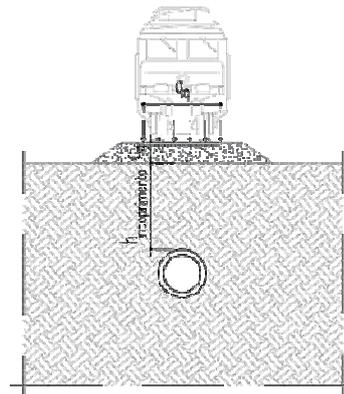
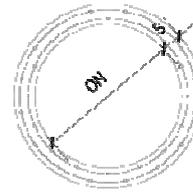
Q = reazione radiale totale

10 SOLLECITAZIONI

Si riportano infine le sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo per ciascuna sezione analizzata e per ciascuna combinazione di carico considerata.

INPUT

Diametro interno tubo, DN	2.5 m
Raggio tubo, r	1.25 m
Spessore tubo, s _c	0.25 m
Peso specifico tubo, γ _c	25 kN/mc
Spessore ricoprimento, h _{ricoprimento}	5.1 m pc
Peso specifico terreno, γ _t	20 kN/mc
Angolo di attrito del terreno, φ	38 °
Falda	assente
Sovraccarico permanente, q _g	0 kPa
Totale carichi permanenti superiori, p	102 kPa
Tipo di sovraccarico variabile	stradale
Sovraccarico variabile, q _q	10 kPa
a _g /g	0.207 -
S = S _g *S _T	1.20 -
V _g	1.35 -
V _q	1.35 -
ψ ₁₁	0.75 -
ψ ₂₁	0.20 -



AZIONI ELEMENTARI

Area laterale interna, A _i	7.85 m/m
Area corona circolare, A _c	2.16 m ² /m
Peso tubo, P _c	54.00 kN/m
Coefficiente di spinta a riposo, k ₀	0.38 -
Sforzo orizzontale carichi permanenti, q _g	39.2025 kPa
Sforzo orizzontale treno, q _q	3.84339 kPa
Pressione orizzontale Wood, q _s	14.90 kPa
Sforzo orizzontale max terreno, z	21.1386 kPa
Reazione radiale costante peso tubo, Q _c	134.99 kN/m
Reazione radiale costante terrapieno, Q _g	255.00 kN/m
Reazione radiale costante treno, Q _q	25.00 kN/m

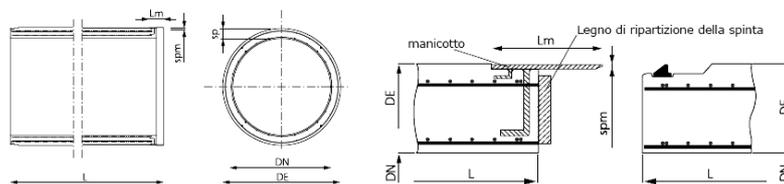
CALCOLO SOLLECITAZIONI

		A		B		C		D		E		TOTALE	
		PESO PROPRIO		CARICO RIPARTITO SUPERIORE		CARICO RIPARTITO LATERALE		CARICO TRIANGOLARE LATERALE		REAZIONE RADIALE COSTANTE			
		N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
		[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]
SEZIONE VERTICALE SUPERIORE	Caratteristico	-3.9	4.9	-14.9	52.4	72.4	-22.6	8.3	-3.4	6.1	-3.8	68.1	27.4
	SLU	-5.3	6.6	-20.1	70.7	72.6	-22.7	11.1	-4.6	8.3	-5.1	66.8	44.9
	SLE_RARA	-3.9	4.9	-14.9	52.4	53.8	-16.8	8.3	-3.4	6.1	-3.8	49.5	33.2
	SLE_FREQ	-3.9	4.9	-14.5	51.2	52.6	-16.4	8.3	-3.4	6.1	-3.7	48.5	32.5
	SLE_QP	-3.9	4.9	-13.5	47.7	49.0	-15.3	8.3	-3.4	5.8	-3.6	45.6	30.3
	SISMA	-3.9	4.9	-13.8	48.7	68.6	-21.4	8.3	-3.4	5.9	-3.6	65.0	25.1
SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA	Caratteristico	12.3	-5.6	140.0	-53.7	0.0	22.6	0.0	4.1	0.0	3.9	152.3	-28.6
	SLU	16.6	-7.5	189.0	-72.5	0.0	22.7	0.0	5.6	0.0	5.3	205.6	-46.4
	SLE_RARA	12.3	-5.6	140.0	-53.7	0.0	16.8	0.0	4.1	0.0	3.9	152.3	-34.4
	SLE_FREQ	12.3	-5.6	136.9	-52.5	0.0	16.4	0.0	4.1	0.0	3.8	149.1	-33.6
	SLE_QP	12.3	-5.6	127.5	-48.9	0.0	15.3	0.0	4.1	0.0	3.7	139.8	-31.3
	SISMA	12.3	-5.6	130.0	-49.8	0.0	30.9	0.0	4.1	0.0	3.7	142.3	-16.6
SEZIONE VERTICALE INFERIORE	Caratteristico	3.9	14.6	14.9	102.8	72.4	-22.6	18.2	-4.8	49.5	-57.9	158.8	32.0
	SLU	5.3	19.8	20.1	138.7	72.6	-22.7	24.5	-6.5	66.8	-78.2	189.2	51.1
	SLE_RARA	3.9	14.6	14.9	102.8	53.8	-16.8	18.2	-4.8	49.5	-57.9	140.2	37.9
	SLE_FREQ	3.9	14.6	14.5	100.5	52.6	-16.4	18.2	-4.8	48.7	-57.0	137.9	36.8
	SLE_QP	3.9	14.6	13.5	93.6	49.0	-15.3	18.2	-4.8	46.5	-54.4	131.1	33.7
	SISMA	3.9	14.6	13.8	95.4	68.6	-21.4	18.2	-4.8	47.1	-55.1	151.5	28.7

11 SOLUZIONI PROGETTUALI

Sulla base delle sollecitazioni stimate, si prevede di armare i conci con doppi armatura a spirale e barre longitudinali interne ed esterne, per un'incidenza minima di circa 50 kg/m³.

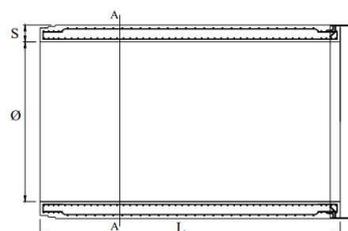
A titolo esemplificativo, si riportano di seguito alcune delle soluzioni commercialmente disponibili e che potranno essere impiegate per l'attraversamento in oggetto.



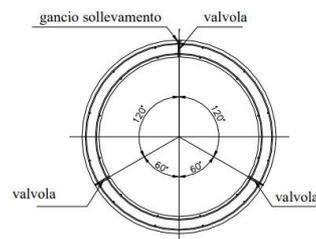
TUBI PER POSA A SPINTA IN CEMENTO ARMATO

DN mm.	DE mm.	spessore (sp) mm.	lunghezza (L) mm.	peso Kg/m	Manicotto (Lm) e (spm)
1200	1435	117,5	3000	1240	200x8
1200	1490	145	3000	1550	200x8
1400	1720	160	3000	1990	200x8
1600	1940	170	3000	2390	200x8
1800	2160	180	3000	2820	220x8
1800	2120	160	3000	2470	220x8
2000	2400	200	3000	3470	250x9
2000	2500	250	3000	4400	250x9
2100	2500	200	3000	3630	250x9
2400	3000	300	2350	6420	250x9
2500	3000	250	2350	5500	250x9
2600	3000	200	2350	4600	250x9
2700	3250	275	2350	6340	220x210 o 250x9
2850	3250	275	2350	5235	220x210 o 250x9

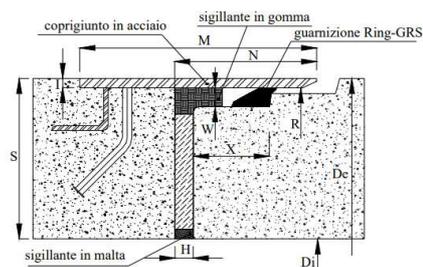
Sezione Longitudinale



Sezione Trasversale A-A



Particolare giunto



DIMENSIONI (mm)														DATI TECNICI								
Codice prodotto		Di	De	L	Peso tubo Kg	S	I	M	N	R	X	W	H	Gancio DEHA	Max spinta a giunto chiuso		Fessurazione		Rottura a schiacciamento		Classe di resistenza	
		Diametro interno	Diametro esterno	Lunghezza utile ± 1%		Spessore tubo	Spessore coprigiunto	Lunghezza tot. coprigiunto	Lunghezza utile coprigiunto	Diametro interno coprigiunto	Lunghezza sede guarnizione	Altezza guarnizione	Spessore anello ripartitore		Tonnellate	Stradale	Ferroviario	Stradale	Ferroviario	Stradale	Ferroviario	Stradale
Stradale	Ferroviario													Portata T.	Stradale	Ferroviario	Stradale	Ferroviario	Stradale	Ferroviario	Stradale	Ferroviario
1345	1586	500 ±12	760	1980	2000	130	6	160	115	748	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	201,73	201,73	203,00	205,30	215,00	225,68	430	451
1346	1565	500 ±12	760	2980	2000	130	6	160	115	748	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	201,73	201,73	203,00	205,30	215,00	225,68	430	451
1347	1587	600 ±12	862	1980	1250	131	6	160	115	850	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	234,58	234,58	177,00	181,07	195,00	213,92	325	356
1348	1566	600 ±12	862	2980	2300	131	6	160	115	850	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	234,58	234,58	177,00	181,07	195,00	213,92	325	356
1349	1588	700 ±12	960	1980	2600	130	8	200	115	944	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	267,44	267,44	156,00	179,29	171,00	297,27	244	424
1350	1567	700 ±12	960	2980	2600	130	8	200	115	944	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	267,44	267,44	156,00	179,29	171,00	297,27	244	424
1351	1568	800 ±12	1000	2980	2100	100	8	200	115	984	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	179,39	179,39	91,00	121,32	122,00	313,98	152	392
1352	1569	800 ±12	1100	2980	3400	150	8	200	115	1084	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	371,82	371,82	186,00	202,76	223,00	291,56	278	364
1353	1570	1000 ±12	1280	2980	3800	140	8	200	115	1264	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	403,74	403,74	140,00	168,34	187,00	353,96	187	354
1354	1571	1000 ±12	1435	2980	6200	217,5	8	200	115	1419	55	15,5 ± 1,5	20	5	808,63	808,63	301,00	319,58	319,00	398,18	319	398
1355	1572	1100 ±12	1435	2980	5000	167,5	8	200	115	1419	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	597,42	597,42	185,00	211,49	246,00	389,14	223	353
1356	1573	1200 ±12	1435	2980	3700	117,5	8	200	115	1419	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	366,66	366,66	103,00	143,68	203,00	442,77	169	369
1357	1574	1200 ±12	1490	2980	4600	145	8	200	115	1474	55	15,5 ± 1,5	20	2,5	503,46	503,46	130,00	176,26	184,00	442,15	153	368
1370	1575	1200 ±12	1550	2980	4900	175	8	200	115	1534	55	15,5 ± 1,5	20	5	674,07	674,07	176,00	214,84	277,00	416,63	230	347
1358	1589	1400 ±12	1720	2280	4500	160	8	200	115	1704	55	15,5 ± 1,5	20	5	675,49	675,49	139,00	190,70	207,00	510,63	147	364
1359	1576	1400 ±12	1720	2980	5900	160	8	200	115	1704	55	15,5 ± 1,5	20	5	675,49	675,49	139,00	190,70	207,00	510,63	147	364
1360	1577	1500 ±12	1820	2980	6300	160	8	200	115	1804	55	15,5 ± 1,5	20	5	719,30	719,30	140,00	183,82	244,00	522,82	162	348
1361	1578	1600 ±12	1940	2980	7100	170	8	200	115	1924	55	15,5 ± 1,5	20	5	836,01	836,01	146,00	199,52	244,00	560,79	152	350
1362	1579	1800 ±12	2166	2980	8400	183	10	220	140	2146	55	15,5 ± 1,5	20	5	996,59	996,59	157,00	211,52	298,00	642,68	165	356
1365	1592	2000 ±12	2400	1980	10500	200	10	220	140	2380	55	15,5 ± 1,5	20	5	1278,99	1278,99	169,00	224,19	299,00	647,68	149	323
1366	1580	2000 ±12	2400	2980	10500	200	10	220	140	2380	55	15,5 ± 1,5	20	5	1278,99	1278,99	169,00	224,19	299,00	647,68	149	323
1371	1581	2000 ±12	2500	2980	11000	250	10	220	140	2480	55	15,5 ± 1,5	20	10	1744,43	1744,43	226,00	292,80	280,00	663,37	140	331
1372	1582	2200 ±12	2630	2280	9600	215	10	220	140	2610	55	15,5 ± 1,5	20	10	1545,64	1545,64	175,00	252,61	294,00	805,36	133	366
1367	1583	2200 ±12	2630	2980	12500	215	10	220	140	2610	55	15,5 ± 1,5	20	10	1545,64	1545,64	175,00	252,61	294,00	805,36	133	366
1373	1584	2500 ±12	3000	2380	12700	250	10	220	140	2980	55	15,5 ± 1,5	25	10	2085,98	2085,98	207,00	280,13	343,00	831,50	137	332
1369	1585	2500 ±12	3000	2980	16500	250	10	220	140	2980	55	15,5 ± 1,5	25	10	2085,98	2085,98	207,00	280,13	343,00	831,50	137	332
1376	1595	3200 ±12	3700	1900	13000	250	10	220	140	3680	55	15,5 ± 1,5	25	10	2619,88	2619,88	204,00	237,16	523,00	714,92	163	223