









R.T.P. Capogruppo mandataria:  Piazzale stazione 7 35131 PADOVA Procuratore speciale dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati Mandante:  Via dall'Armi 27/3 30027 San Donà di Piave (VE) Mandante:  Via Battuti Rossi 6 47121 FORLÌ (FC) Mandante:  Viale Maso della Pieve 4/C 39100 BOLZANO (BZ)	Progettista generale dott. ing. Marco Rampezzo 	Responsabile integrazioni specialistiche dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati 	Progettista opere a rete dott. ing. Giovanni Carretta 

2						
1						
0	05/2020	HMR	MCI	DPn	PROGETTO DEFINITIVO	
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)	
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)						
DIREZIONE INGEGNERIA – PROGETTAZIONE						
PROGETTAZIONE SISTEMI A RETE – PROGETTAZIONE CLIENTI						
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)						
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE						
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)			WBS		CODICE CUP (CUP CODE)	
 Società del Gruppo Hera HERAtech s.r.l. Viale Carlo Sforza Piccini 2/4 - 40127 Bologna Tel. 051.287.111 www.hera.tech.it			CODICE DOCUMENTO (CODE)		N° COMMESSA (JOB N.)	
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)	
			DB19120251			
			DG00RG0001			
			TANGBO_PD_R1_00			
 HERA S.p.A. Holding Energie Riscaldamento Viale Carlo Sforza Piccini 2/4 - 40127 Bologna Tel. 051.287.711 - Fax 051.287.525 www.gruppohera.it			 INRETE DISTRIBUZIONE ENERGIA S.p.A. Socio Unico Hera S.p.A. Sede operativa: Via Cristina Campo 15 - 40127 Bologna Tel. 051.2814239 - Fax 051.2814289 pec: inrete_distribuzione@legalmail.it www.inretedistribuzione.it		DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)	
			RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD			
			PROGR. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8			
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)	
			--	1	17	

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	2	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RELAZIONE	3
3	COLLETTORE FOGNARIO DI ATTRAVERSAMENTO.....	5
3.1	CALCESTRUZZO.....	5
3.2	ACCIAIO.....	5
3.3	RELAZIONE DI CALCOLO DEL TUBO DI PROTEZIONE	5
3.3.1	VERIFICA SEZIONE VERTICALE SUPERIORE.....	9
3.3.2	VERIFICA SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA	10
3.3.3	VERIFICA SEZIONE VERTICALE INFERIORE	11
3.3.4	TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICHE ESEGUITE	12
4	VERIFICA DEI POZZETTI ALLA SPINTA IDROSTATICA	12
5	FASI DI REALIZZAZIONE	13
6	PIANO DI MANUTENZIONE.....	13
7	OPERE PROVVISORIALI.....	13
8	SMALTIMENTO ACQUE DI SUPERFICIE.....	14
9	TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE.....	14
10	PIANO DI DISMISSIONE E DI SPOSTAMENTO DELL'OPERA	14
11	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	15

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	3	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

1 PREMESSA

Per consentire la realizzazione dell'ampliamento relativo al tratto autostradale A14 denominato Passante di Bologna, utile a risolvere alcune criticità di carattere metropolitano e nazionale, che prevede il potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza, nonché la rigeometrizzazione degli svincoli delle complanari oppure la realizzazione di nuovi svincoli, HERA S.p.a. ha previsto la riorganizzazione delle proprie infrastrutture interferenti con il progetto autostradale.

In fase di progettazione preliminare si è provveduto ad analizzare le migliori alternative per il superamento delle suddette interferenze, considerando più tracciati possibili, diverse tecnologie di posa nonché soluzioni progettuali dedicate.

La seguente relazione tratta dello spostamento del collettore fognario a gravità, a sezione ovoidale 1200x1800 mm in cls, che attualmente attraversa prima la linea Interconnessione AV-PD e poi la linea BO-PD appena più a sud del rilevato dell'autostrada A14.

2 RELAZIONE

L'ampliamento del rilevato autostradale implica la ridefinizione del tracciato di posa del collettore fognario a gravità FOG 028/8 che oggi affianca parallelamente a sud l'attuale autostrada A14 in corrispondenza dell'intersezione con via Colombo. Il collettore, ovoidale 1200x1800 mm, attraversa già oggi due linee ferroviarie: l'interconnessione AV-PD e la linea BO-PD.

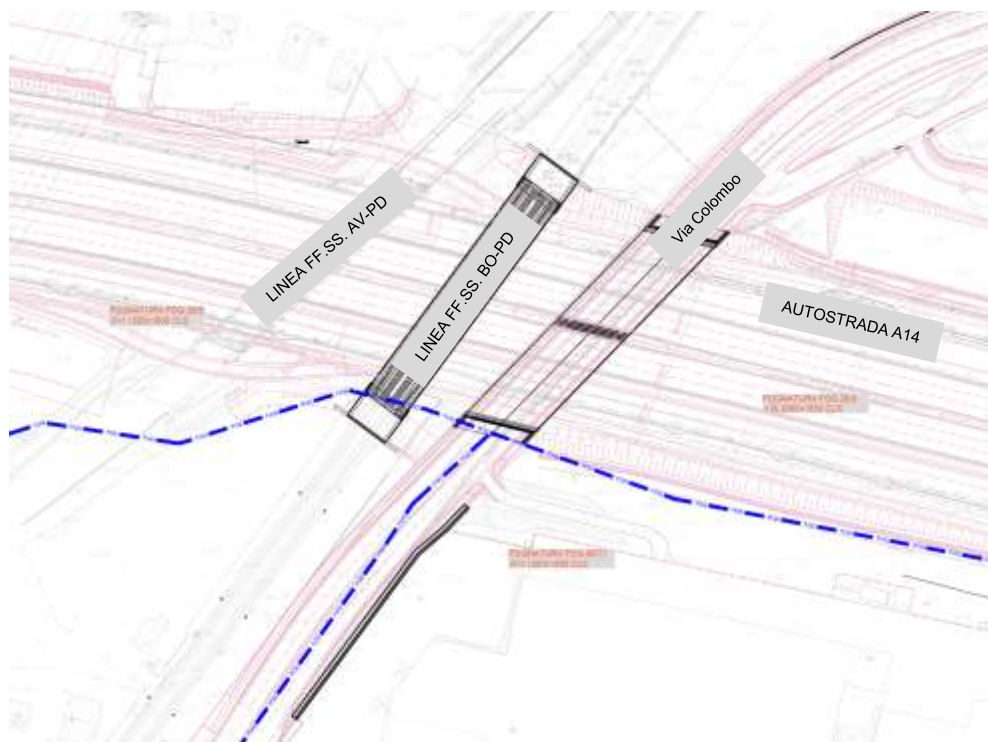



Figura 1 - Stato di fatto

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	4	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

Le caratteristiche dell'attraversamento del collettore oggetto della presente relazione, rispondono alle norme tecniche emanate dal Ministero dei Trasporti con D.M. 4 Aprile 2014, e non è richiesta posa in deroga.

Nella fattispecie, il collettore fognario attualmente in cls a sezione ovoidale 1200x1800 mm, sarà posizionato più a sud, e sarà costituito da tubazioni in cls DN 2200 mm adatte per microtunneling, confezionate con calcestruzzo avente $R_{bk} > 500$ Kg/cm², e costituito da cemento ARS tipo I 42,5, armato con doppia gabbia elettrosaldata a spirale continua in acciaio FeB 44K, ad aderenza migliorata, conforme alle Norme DIN 4035, con giunto in acciaio Fe 360 incorporato, smussato, ed ancorato, compreso di maschio per la sede della guarnizione in neoprene a sezione cuneiforme tipo Ring GRS, conforme alle Norme DIN 4060.

Il riposizionamento non interesserà la linea AV-PD in quanto il tracciato esistente non risulta interferente con il progetto di ampliamento dell'autostrada, mentre si rende necessario un nuovo attraversamento della linea BO-PD in corrispondenza della progressiva chilometrica 4+200 circa, per uno sviluppo totale di circa 114.00 m.

L'attraversamento per il passaggio interrato del collettore, formerà con l'asse dei binari un angolo di circa 60°, presentandosi ad ovest la necessità di allineamento alla condotta esistente e ad est il vincolo dato dal nuovo rilevato autostradale.

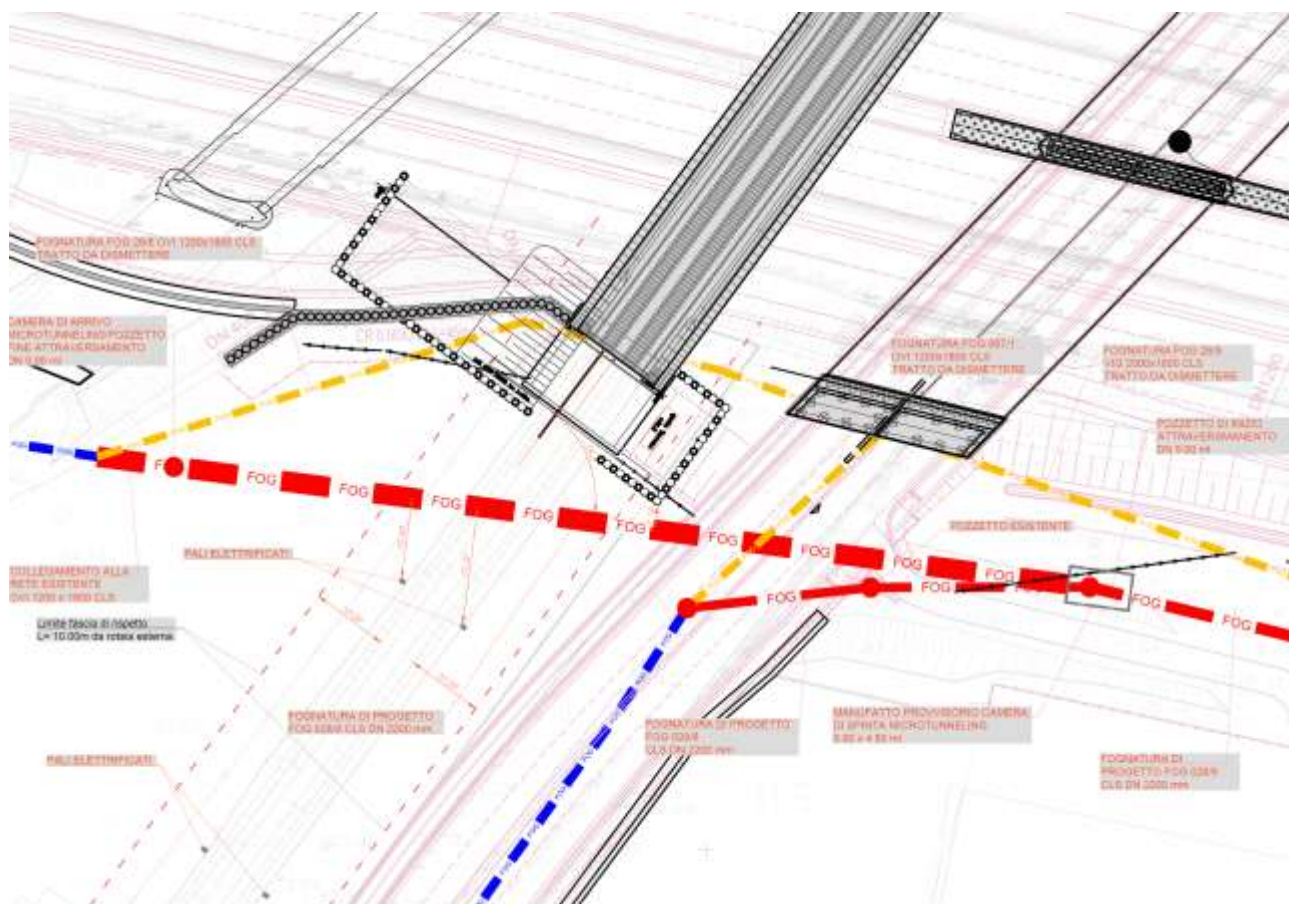


Figura 2 - Progetto collettore fognario FOG 028/8 DN 2200 mm

L'intervento di posa sarà realizzato a mezzo tecnologia no-dig utilizzando un microtunneling a partire dalla camera di spinta ubicata nell'area verde ad est di via Colombo, fino alla camera di arrivo, posizionata in asse al collettore esistente nell'area verde tra le due linee ferroviarie. Nelle

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	5	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

stesse posizioni verranno realizzati i due pozzetti di inizio/fine attraversamento, ad una distanza superiore ai 20 m dalla rotaia più esterna e in particolare, a circa 39 m per quello più ad ovest e a circa 69 m per quello più ad est.

Allo stesso tempo l'estradosso del collettore DN 2200 mm, avrà un franco di circa 6.40 m dal piano del ferro.

3 COLLETTORE FOGNARIO DI ATTRAVERSAMENTO

Il collettore di progetto in cls DN 2200 mm, che stacca dall'esistente a sezione ovoidale 1200x1800 mm, avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Diametro esterno De: 2630 mm
- Diametro interno Di: 2200 mm
- Spessore s: 215 mm
- Lunghezza utile: 3000 mm

3.1 CALCESTRUZZO

- Resistenza caratteristica cubica a regime, R_{ck} : 50 MPa
- Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} : 40 MPa

3.2 ACCIAIO

Le armature trasversali e longitudinali sono ricavate da bobine di acciaio tipo B 450 A, avente le caratteristiche sotto riportate:

- Tensione caratteristica di snervamento, f_{y-nom} : 450 MPa
- Tensione caratteristica di rottura, f_{t-nom} : 540 MPa
- Modulo di elasticità acciaio armatura lenta, E_s : 200000 MPa
- Limitazione della tensione di trazione nell'acciaio come previsto dal DM 04/04/2014, punto 4.4.2, σ_s : 100 MPa

3.3 RELAZIONE DI CALCOLO DEL TUBO DI PROTEZIONE


Il calcolo dello spessore del tubo di protezione è stato eseguito determinando le sollecitazioni agenti sullo stesso mediante le formule contenute nel DM 04/04/2014, dove i carichi gravanti su un tratto del tubo di protezione di un metro sono stati assunti pari a:

- **carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili e al peso della massicciata**

$$p = \gamma_t \cdot H + \alpha \quad (\text{N/m}^2)$$

dove:

γ_t = peso specifico del terreno (N/m^3);

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	6	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

H = profondità di interrimento tubo di protezione (m);

α = carico mobile transitante come indicato nel DM paragrafo 2.4.3 punto B (N/m²)

- **pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali**

$$q = \gamma_t \cdot H \cdot K + \alpha \cdot K' \text{ (N/m}^2\text{)}$$

dove:

K = coefficiente di spinta passiva variabile da 1 a 4 (prudenzialmente si adotta 1);

K' = coefficiente di spinta attiva = 0,333.

- **pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali**

$$z = \gamma_t \cdot D \cdot K \text{ (N/m}^2\text{)}$$

dove:


K = coefficiente di spinta passiva variabile da 1 a 4 (prudenzialmente si adotta 1);

D = Diametro esterno del tubo di protezione (m)

- **reazione totale**

$$Q = \gamma_t \cdot H \cdot D + \alpha \cdot D + \text{peso tubo protezione (N)}$$

Con le espressioni di cui sopra si è tenuto conto del peso del terreno sovrastante la tubazione, del carico mobile transitante sul binario ed inoltre della collaborazione offerta dal terreno circostante al tubo.


	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD PROGR. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	7	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

Calcolo carichi esterni:

i: carico ripartito superiore [kgf/m*metro di condotta]	p =	4875,77
l: carico ripartito laterale [kgf/m*metro di condotta]	q =	1625,26
m: carico triangolare laterale [kgf/m*metro di condotta]	z =	1610,00
n: carico verticale totale [kgf/metro di condotta]	Q =	15852,97

Calcolo sollecitazioni:

		peso proprio	carico ripartito superiore	carico ripartito laterale	carico triangolare laterale	reazione radiale costante settore 60°	totale	Tensione massima [kgf/cm ²]
sezione verticale superiore	M = [kgf*m/metro di condotta]	391,85	2128,48	-592,43	-244,54	-139,81	1543,55	21,20
	N = [kgf/metro di condotta]	324,52	-624,66	1962,50	607,52	234,89	2504,77	
sezione orizzontale mediana	M = [kgf*m/metro di condotta]	-447,34	-2180,30	592,43	293,43	143,79	-1597,99	23,95
	N = [kgf/metro di condotta]	1019,50	5887,49	0,00	0,00	0,00	6906,99	
sezione verticale inferiore	M = [kgf*m/metro di condotta]	1175,56	4174,56	-592,43	-342,33	-2137,26	2278,10	32,42
	N = [kgf/metro di condotta]	324,52	624,66	1962,50	1336,55	1889,04	6137,27	

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	8	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

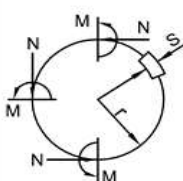
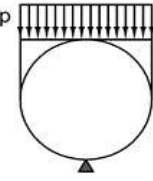
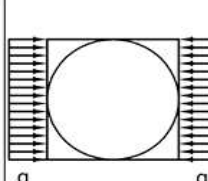
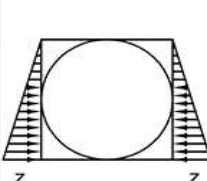
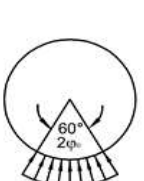

	A	B	C	D	E
	PESO PROPRIO	CARICO RIPARTITO SUPERIORE	CARICO RIPARTITO LATERALE	CARICO TRIANGOLARE LATERALE	REAZIONE RADIALE COSTANTE SETTORE $2\varphi_0 = 60^\circ$
SCHEMA					
SEZIONE VERTICALE SUPERIORE	$M = \frac{1}{2} \gamma_t s r^2$ $N = -\frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = \left(\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8}\right)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

Figura 3 - Allegato decreto 4 aprile 2014

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	9	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

3.3.1 VERIFICA SEZIONE VERTICALE SUPERIORE

Verifica C.A. S.L.U. - File: fog_028_8

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: fog 028/8 - SEZIONE VERTICALE SUPERIORE

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	21,5

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7,85	2,5
2	11,22	19

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 24,56 kN
 M_{xEd} 0 15,14 kNm
 M_{yEd} 0 0


P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C40/50
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 22,67 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 14,75 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,8667
 τ_{c1} 2,4

σ_c -2,517 N/mm²
 σ_s 69,6 N/mm²
 ε_s 0,348 ‰
 d 19 cm
 x 6,682 x/d 0,3517
 δ 0,8796

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	10	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

3.3.2 VERIFICA SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA

Verifica C.A. S.L.U. - File: fog_028_8

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : fog 028/8 - SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	21,5

N*	As [cm²]	d [cm]
1	7,85	2,5
2	11,22	19

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	67,73	kN
M _{xEd}	0	-15,67	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Materiali

B450C		C40/50	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3,5 ‰
E_s	200 000 N/mm ²	f_{cd}	22,67
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	14,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0,8667
		τ_{c1}	2,4

σ_c -2,847 N/mm²


σ_s 76,15 N/mm²

ϵ_s 0,3808 ‰

d 19 cm

x 6,826 x/d 0,3593

δ 0,8891

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	11	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

3.3.3 VERIFICA SEZIONE VERTICALE INFERIORE

Verifica C.A. S.L.U. - File: fog_028_8

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : fog 028/8 - SEZIONE VERTICALE INFERIORE

N° figure elementari N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	21.5	1	7.85	2.5
			2	11.22	19

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	60,19	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	22,34	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	0	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

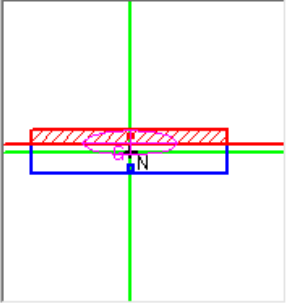
B450C	C40/50
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200 000 N/mm ²	f_{cd} 22,67
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 14,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0,8667
	τ_{c1} 2,4


σ_c -3,775 N/mm²
 σ_s 93,08 N/mm²
 ϵ_s 0,4654 ‰
d 19 cm
x 7,186 x/d 0,3782
 δ 0,9128

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso



	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	12	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

3.3.4 TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICHE ESEGUITE

		SOLLECITAZIONI TOTALI		TENSIONI CALCOLATE	
		M = [kgf*m/metro di condotta] N = [kgf/metro di condotta]	M = [kN*m/metro di condotta] N = [kN/metro di condotta]	sigma di compressione calcestruzzo [N/mm ²]	sigma di compressione acciaio [N/mm ²]
sezione verticale superiore	M = [kgf*m/metro di condotta]	1543,55	15,14	-2,51	69,6
	N = [kgf/metro di condotta]	2504,77	24,56		
sezione orizzontale e mediana	M = [kgf*m/metro di condotta]	-1597,99	-15,67	-2,84	76,15
	N = [kgf/metro di condotta]	6906,99	67,73		
sezione verticale inferiore	M = [kgf*m/metro di condotta]	2278,10	22,34	-3,77	93,08
	N = [kgf/metro di condotta]	6137,27	60,19		


Il confronto di queste con le tensioni caratteristiche del materiale evidenzia la condizione di sicurezza in cui si trova il materiale. In particolare risulta:

- verifica tensione di compressione calcestruzzo:
 $\sigma_{c, \max} = 3.77 \text{ N/mm}^2 < 14.46 \text{ N/mm}^2$ (ovvero $\sigma_{c, \max} < 147.50 \text{ kgf/cm}^2$)
- verifica tensione di trazione acciaio:
 $\sigma_{s, \max} = 93.08 \text{ N/mm}^2 < 98.0665 \text{ N/mm}^2$ (ovvero $\sigma_{s, \max} < 1'000 \text{ kgf/cm}^2$)

Si fa notare come nella verifica sia stato cautelativamente trascurato il contributo a trazione del calcestruzzo.

4 VERIFICA DEI POZZETTI ALLA SPINTA IDROSTATICA

Si prevede di installare pozzetti d'ispezione idonei per carichi stradali di 1° categoria accompagnati dalle relative certificazioni e quindi l'eventuale spinta idrostatica interna e/o esterna sarà opportunamente contrastata dalla resistenza esercitata dal manufatto stesso nonché dal terreno di rinfianco.

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	13	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

5 FASI DI REALIZZAZIONE

Le fasi operative per la realizzazione dello spostamento del collettore fognario a gravità FOG 028-8 prevedono, in relazione all'attraversamento ferroviario della linea BO-PD, in primo luogo l'accantieramento per la predisposizione del microtunneling, con contemporaneo scavo utile alla realizzazione delle camere di spinta e di arrivo.

Si procede in seguito con l'installazione dell'unità di spinta, del sistema di recupero dello smarino e delle varie strumentazioni per il controllo in remoto.

Segue il posizionamento dello scudo cilindrico di perforazione e quindi l'inizio della perforazione; contemporaneamente avviene la spinta dei conci di tubazione DN 2200 in cls.

La perforazione avviene tramite il controllo della spinta a mezzo di raggio laser posto all'interno del pozzo di spinta, il quale colpisce un bersaglio fotosensibile posto sullo scudo, che, a sua volta, invia un segnale (spostamento rispetto alla traiettoria impostata) all'unità di controllo computerizzata posta nel container di guida in superficie.

Verranno poi predisposti i pozzetti di inizio e fine attraversamento ad una distanza non inferiore di quella richiesta dal DM 4 aprile 2014, in corrispondenza delle camere di spinta e di arrivo del microtunneling.

6 PIANO DI MANUTENZIONE


Come richiesto dal D.M. 04/04/2014, si prevede la verifica con cadenza annuale, nell'ambito dei piani aziendali di manutenzione, dei seguenti aspetti:

- Rintracciabilità, coerenza cartografica e assenza di dispersioni nel tratto in attraversamento e nei tratti in parallelismo;
- Verifica della tenuta della tubazione;
- Verifica dei pozzetti di inizio/fine attraversamento;
- Verifica della botola di copertura dei pozzetti di ispezione.

7 OPERE PROVVISORIALI

L'opera provvisoria che si rende necessaria per la realizzazione dell'attraversamento ferroviario consiste negli elementi di sostegno per lo scavo della camera di spinta e di arrivo del microtunneling.

Si valuterà se intervenire a mezzo palancole in acciaio o blindaggio dello scavo, a seconda dei gradi di libertà che tali elementi possono conferire alla lavorazione tramite microtunneling, alla movimentazione dei conci di tubazione da spingere e alle eventuali vibrazioni che possono conferire o meno alle strutture limitrofe la zona di cantiere.

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD PROGR. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	14	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

8 SMALTIMENTO ACQUE DI SUPERFICIE

L'intervento in progetto non implica la realizzazione di zone pavimentate, per cui non risulta necessario presentare un piano di smaltimento delle acque di superficie.

9 TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE

Si riporta di seguito il cronoprogramma di progetto definitivo che potrebbe subire variazioni prima dell'affidamento dei lavori.


TOTALE DURATA LAVORI gg. Nat. Cons. = 120	mese				
	1	2	3	4	
	settimana				
	I	II	III	IV	
Attraversamento Linea FF.SS. Bologna-Padova FOG CLS DN 2200 mm Ltot=135.00 m	accantieramento microtunneling	■			
	scavo camera di spinta		■		
	casserature, armature, getti		■		
	scavo camera di arrivo			■	
	casserature, armature, getti			■	
	posa collettore in microtunneling			■	
	rinterri				■
	opere di finitura/disimpianto cantiere				■

Figura 4 Cronoprogramma dei lavori.

10 PIANO DI DISMISSIONE E DI SPOSTAMENTO DELL'OPERA

Con riferimento al Piano di dismissione della presente opera si specifica che nei programmi aziendali di intervento sulle reti non è prevista la dismissione del collettore in progetto né questa attività appare prevedibile in tempi brevi, ma, nel caso in cui nel futuro si intenda procedere in tal senso, sarà prevista la dismissione a mezzo riempimento della stessa con calcestruzzo fluido o altro materiale definito in accordo con RFI e previa acquisizione delle prescritte autorizzazioni e prescrizioni che saranno impartite da Rete Ferroviaria Italiana Spa.

Con riferimento al Piano di spostamento si specifica che qualora si rendesse necessario lo spostamento del collettore per esigenze di RFI o del Gruppo HERA, si provvederà, in accordo con RFI e previa acquisizione delle prescritte autorizzazioni e prescrizioni che saranno impartite da Rete Ferroviaria Italiana Spa, a definire la posizione più idonea del nuovo tracciato per garantire la sicurezza della sovrastruttura ferroviaria e la continuità del servizio fognario.

	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	15	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					

11 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

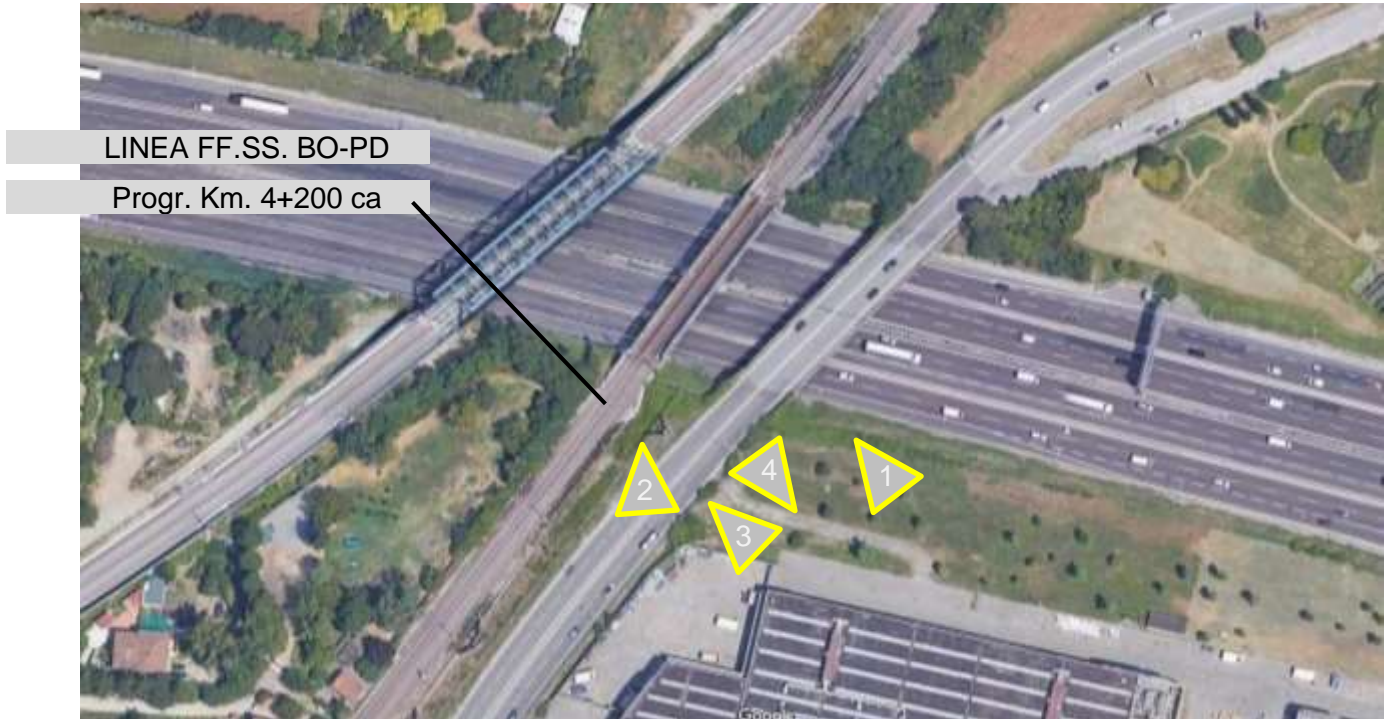


Figura 5 – Ortofoto attraversamento linea FF.SS. BO-PD


	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	16	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					



Figura 6 – Foto 1



Figura 7 – Foto 2


	RELAZIONE ATTRAVERSAMENTO LINEA FF.SS. BO-PD Progr. KM. 4+200, FOGNATURA FOG 028-8				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
			1	17	17
AUTOSTRADA A14 - POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTR./TANG. DI BOLOGNA - PASSANTE DI BOLOGNA - RISOLUZIONE INTERFERENZE					



Figura 8 – Foto 3



Figura 9 – Foto 4