

Ambito Territoriale Ottimale n.3
Ente d'Ambito Sarnese Vesuviano



Comune di Torre del Greco
Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento
dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali
- 2° Lotto -

 AceaGori Servizi Gruppo Acea	7305	PROGETTO DEFINITIVO				
	Elaborato:	Titolo:				
	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato della linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Km.ca 11+965 con collettori fognari in pressione				
	Scala:					
INGEGNERIA Il Responsabile ing. Domenico Cesare		Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
COLLABORATORI geom. Domingo Gambardella geom. Raimondo Nugnes						
DATA		DIRETTORE TECNICO ing. Antonio De Cicco		IL R.U.P.		

INDICE**PREMESSA 2****1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRSI PER
L'ATTRAVERSAMENTO INTERRATO DEL RILEVATO
FERROVIARIO DELLA LINEA NAPOLI – SALERNO ALLA KM
11+965 3*****1.1 INTRODUZIONE 3******1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 5******1.3 CARATTERISTICHE DEL TERRENO 5*****2 VERIFICHE IDRAULICHE 6*****2.1 CARATTERISTICHE IDRAULICHE DELLA FOGNATURA IN PRESSIONE 6******2.1.1 Portata convogliata in condizioni di esercizio 6******2.2 CALCOLO DELLA MASSIMA SOVRAPPRESSIONE PER COLPO D'ARIETE 8******2.3 VERIFICA DELLA FINESTRA DI SFIORO 10*****3 CONCLUSIONI 12**

PREMESSA

La presente relazione tecnica riguarda l'attraversamento interrato, con condotta fognaria in pressione, del rilevato ferroviario della linea Napoli – Salerno alla progressiva **Kmca 11+965**.

L'intervento è stato progettato secondo la normativa vigente e rientra negli interventi previsti nel Progetto definitivo del secondo lotto funzionale di cui al Progetto preliminare *RI.GR.170_B – Comune di Torre del Greco – "Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali"*.

Nello specifico, l'attraversamento avverrà in corrispondenza di un cunicolo di progetto nel quale verranno alloggiate sia le due condotte prementi rispettivamente del DN 500 e del DN 800, che l'esistente condotta di scarico DN450 oggi ubicata all'interno del tombino dove scorre l'alveo Cavallo.

La relazione e gli allegati elaborati grafici sono stati redatti secondo quanto disposto dal D.M. n. 137 del 04/04/2014, recante: "*Norme tecniche per gli attraversamenti e parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie e altre linee di trasporto*", con specifico riferimento al punto 4 - Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di ferrovie con condotte convoglianti acque sotto pressione.

Negli elaborati allegati, ai quali si farà esplicito riferimento nella presente relazione tecnica, sono riportati i seguenti contenuti conformemente alle norme su indicate:

- Tracciato di progetto su base catastale in scala 1:200;
- Planimetria generale del tracciato di progetto in scala 1:50;
- Profilo longitudinale e Sezioni trasversali in scala 1:200;
- Manufatto di spinta e di arrivo trasversali in scala 1:100.

Nei grafici, inoltre, vi è l'indicazione della progressiva chilometrica del punto di intersezione tra l'asse del binario e la struttura attraversante.

Nella presente relazione tecnica viene descritto l'attraversamento interrato della nuova rete fognaria proposta ed in particolare l'intervento è previsto in conformità al punto 4 del D.M. n. 137 del 4 Aprile 2014.

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRSI PER L'ATTRAVERSAMENTO INTERRATO DEL RILEVATO FERROVIARIO DELLA LINEA NAPOLI – SALERNO ALLA KM 11+965

1.1 INTRODUZIONE

L'attraversamento della sede ferroviaria Napoli - Reggio Calabria, in corrispondenza dell'area dell'impianto di sollevamento, previsto presso San Giuseppe alle Paludi, avverrà in corrispondenza di un cunicolo di progetto nel quale, quindi, verranno alloggiare sia le due condotte prementi che l'esistente condotta di scarico DN 450 oggi ubicata all'interno del tombino dove scorre l'alveo Cavallo, che sarà predisposta all'interno di un cassonetto di protezione in c.a. unitamente alle condotte sottomarine in acciaio gunitato di progetto dn 500 e dn 800.

Si prevede, quindi, la realizzazione di uno spingitubo di sezione interna 3,00 x 2,00 realizzato con conci prefabbricati in c.a. 3,00x2,00(h)xL.2.00 m, spessore 20 cm che verrà varato a spinta.

Esso tutela sia la condotta nei confronti dell'infrastruttura (sollecitazioni dovute ai carichi stradali), sia l'infrastruttura nei confronti della condotta stessa (dissesti dovuti a rotture dell'opera in corrispondenza dell'attraversamento).

L'infissione avverrà mediante l'impiego di raggio laser per il controllo della livelletta planoaltimetrica di progetto.

Il fronte di scavo sarà aperto e pertanto qualora dovesse rendersi necessario, la squadra che opererà all'interno del manufatto per l'allontanamento del materiale di risulta proveniente dallo scavo, potrà eventualmente rimuovere, tramite l'utilizzo di martello demolitore, eventuali trovanti che dovessero impedirne l'avanzamento.

La pendenza longitudinale dell'attraversamento interrato, da eseguirsi da monte verso valle, sarà del 4,6% e la camera di spinta verrà realizzata all'interno dell'area dell'ex impianto di depurazione. La sua realizzazione richiederà la deviazione dell'esistente canale di by pass, ubicato lungo la strada di accesso, tramite uno speco in PRFV del DN 1000 sul canale di progetto per il by pass della centrale di sollevamento.

L'avanzamento dello spingitubo richiederà un sostegno provvisorio di n° 2 binari con ponte omologato da R.F.I. per velocità fino a 80 km/h, che comprende peraltro lo svuotamento della massicciata ferroviaria mediante asporto del pietrisco sotto le traverse in corrispondenza della zona interessata dai lavori ed accatastamento a lato del materiale per il successivo reimpiego.

Il manufatto attraverserà il rilevato ferroviario che, sul lato che prospetta sul mare, presenta un esteso intervento di consolidamento con tiranti. Pertanto al fine di non incidere sulla parte

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

basamentale del suddetto consolidamento si è previsto di interessare il rilevato ferroviario al di sopra della prima berma.

Terminata la spinta il manufatto realizzato per l'infissione verrà collegato alla camera di manovra della stazione di sollevamento di progetto e fungerà da cavedio per l'alloggiamento delle due condotte prementi e della condotta del DN 450 di emergenza. Quest'ultima andrà a sostituire l'esistente tratto di condotta del DN 300 che attualmente è allocato nel tombino ferroviario nel quale defluisce l'alveo Cavallo.

Il manufatto di arrivo dello spingitubo sarà realizzato fuori terra appoggiato alla prima berma dell'esistente intervento di consolidamento del rilevato ferroviario e si raccorderà al cassonetto in c.a. che verrà collocato al di sotto della scogliera esistente sulla battigia.

A monte e a valle dell'attraversamento ferroviario in parola saranno realizzate delle paratie di pali da dn 300, di interasse pari a 0.30m e cordolo di coronamento 0,40 x 0,60.

L'intervento rientra nel progetto definitivo del secondo lotto funzionale di cui al Progetto preliminare *RI.GR.170_B – Comune di Torre del Greco – "Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali"*, ed è finalizzato al convogliamento dei reflui presso l'impianto di Foce Sarno.

Il progetto prevede la riconversione dell'impianto di San Giuseppe alle Paludi in un sollevamento fognario.

Si prevede, quindi, la dismissione del tratto sottomarino esistente dn 450 oggi ubicata all'interno del tombino dove scorre l'alveo Cavallo con la futura installazione all'interno del cassonetto di protezione in c.a. insieme alle n°2 condotte prementi in acciaio gunitato di cui una del DN 500 e l'altra di DN 800.

Le condotte prementi una del DN 500 e l'altra del DN 800 verranno poggiate sul fondale marino ad un interasse minimo di 5 m e tutelate, da entrambi i lati, da massi guardiani in c.a. ad una distanza variabile tra i 25 e i 50m.

Le condotte sottomarine saranno in acciaio con rivestimento interno in resina epossidica opportunamente appesantite con uno spessore di gunite di 80mm, con doppia rete di armatura di acciaio zincato. La portata massima convogliata è pari alla 5 Q_{mn}, per cui la realizzazione delle due condotte consente un elevato grado di flessibilità nell'esercizio dell'opera, in quanto eventuali disservizi su una delle due condotte consente il convogliamento dei reflui, fino alla concorrenza della portata di punta, attraverso l'altra.

Per la realizzazione dell'attraversamento in oggetto, sono previsti, quindi, due manufatti di spinta e di arrivo conformemente a quanto previsto nel punto 4.4 del DM n. 137 del 04/04/2014.

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali utilizzati per le opere civili sono:

Calcestruzzo: $R_{ck} > 450 \text{ kg/cm}^2$

Acciaio: B 450C FeB 44 k

Si prevede la realizzazione di un cunicolo di progetto di dimensioni di sezione interna 3,00 x 2,00 realizzato con conci prefabbricati in c.a. 3,00x2,00(h)xL.2.00 m, spessore 20 cm che verrà varato a spinta, conformemente a quanto previsto dalle "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi, con ferrovie ed altre linee di trasporto" approvate con D.M. n. 137 del 4 Aprile 2014 e pertanto sufficiente ed idoneo, sia dal punto di vista idraulico per lo scarico di tutta la portata nel caso di rottura della condotta in pressione, sia dal punto di vista statico, come desumibile dalle verifiche proposte nei successivi paragrafi.

1.3 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Il terreno superficiale dell'area interessata dagli interventi di progetto presenta le seguenti caratteristiche:

γ_t = peso specifico del terreno = 1.600 kg/m^3 ;

Φ° = angolo di attrito interno = $30,00^\circ$.

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

2 VERIFICHE IDRAULICHE

2.1 CARATTERISTICHE IDRAULICHE DELLA FOGNATURA IN PRESSIONE

2.1.1 Portata convogliata in condizioni di esercizio

La massima portata transitante, in prossimità dell'attraversamento in condizioni di esercizio più gravose, è stata valutata sulla scorta dei calcoli idraulici.

Le portate transitanti nelle due condotte prementi, risultano essere le seguenti:

Speco	Q _{min}	Q _{max}
	[mc/s]	[mc/s]
500	0,177	0,275
800	0,548	0,995

Legenda

Speco = sezione assegnata al tratto

Q_{min} = portata nera minima

Q_{max} = portata nera massima

La portata di scoppio si stima, dunque, in:

Q_{max} = 995 l/s

La condotta del DN 450 ha funzione solo di emergenza e pertanto è in condizioni normali fuori carico.

Si verifica, di seguito, la capacità di smaltimento in emergenza del cunicolo in cls armato alla portata di scoppio nell'ipotesi di tranciamento completo delle due condotte prementi e il completo abbattimento del carico idraulico in corrispondenza della sezione ipotizzata rottura.

In questa condizione la sezione disponibile al deflusso quella compresa tra il profilo interno dello scatolare e quello esterno delle due condotte prementi del DN 800, DN 500 e del DN 450 dell'attraversamento:

$$\sigma_{\text{utile}} = \sigma_{\text{scat}} - \sigma_{\text{DN800}} - \sigma_{\text{DN500}} - \sigma_{\text{DN450}} = 3,84 \text{ m}^2$$

Mentre il perimetro bagnato assume il valore:

$$X_{\text{effettivo}} = X_{\text{scat}} - X_{\text{DN800}} - X_{\text{DN500}} - X_{\text{DN450}} = 14,15 \text{ m}$$

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linee ferroviarie NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

Da cui discende il valore del raggio idraulico:

$$R_{\text{effettivo}} = 0,27 \text{ m}$$

Adottando per il coefficiente di resistenza il valore 55, l'equazione di Gauckler – Strickler, risolta in base a J

$$J_{\min} = \left[\frac{Q}{K * \sigma_{\text{eff}} * R_{\text{eff}}^{2/3}} \right]^2$$

fornisce:

$$J_{\min} \approx 0,000068$$

Giacché la pendenza longitudinale del cunicolo di protezione adottata è del 4,6%, può testarsi l'idoneità dello scatolare allo smaltimento della portata di scoppio.

Si ravvisa ulteriormente che il D.M. 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" afferma al § 2.1.4. "Verifiche di sicurezza", che "... le pressioni di esercizio sono da intendersi come i massimi valori delle pressioni che possono verificarsi in asse alle tubazioni per il più gravoso funzionamento idraulico del sistema, comprese le eventuali sovrappressioni determinate da prevedibili condizioni di esercizio, anche conseguenti a fenomeni transitori"

In linea con la Norma UNI – EN 10224 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il trasporto di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura", si sono adottate, per il tratto inerente all'attraversamento della linea ferroviaria da impegnare, tubazioni in acciaio del DN 500, del Dn 800 e del Dn 450 dotate esternamente di rivestimento in polietilene estruso a triplo strato, fabbricato e certificato secondo Norma ISO 21809-1 , e protezione interna epossidica conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004 , per le quali la norma UNI riporta le seguenti caratteristiche di spessore e classe di pressione:

DN	spessore (mm)	PFA (bar)
500	10,3	87
800	12,7	67

Dove i valori massimi di pressione da non superare assumono i significati di seguito riportati:

PFA (pressione di funzionamento ammissibile): massima pressione idrostatica che un componente può sopportare con sicurezza in servizio continuo, da raffrontare perciò con la pressione di esercizio ordinario;

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

2.2 CALCOLO DELLA MASSIMA SOVRAPPRESSIONE PER COLPO D'ARIETE

Per quanto attiene, invece, alla simulazione delle condizioni di esercizio più gravose per le due condotte prementi del DN 500 e del DN 800 relative all'attraversamento in progetto, come peraltro prescritto dal D.M. 12.12.1985-Norme tecniche relative alle tubazioni al § 2.1.4. Verifiche di sicurezza, *"... le pressioni di esercizio sono da intendersi come i massimi valori delle pressioni che possono verificarsi in asse alle tubazioni per il più gravoso funzionamento idraulico del sistema, comprese le eventuali sovrappressioni determinate da prevedibili condizioni di esercizio, anche conseguenti a fenomeni transitori"*

E ancora: *"...Le sovrappressioni dinamiche di colpo d'ariete, indipendentemente dalla tipologia delle tubazioni impiegate, dovranno essere contenute nei limiti indicati dalla tabella III in confronto ai valori della pressione idrostatica".* Nel caso specifico, per valori della pressione idrostatica fino a 6 Kg/cm², la massima sovrappressione ammessa e prescritta è di 3 Kg/cm².

Si procede di seguito alla stime della sovrappressione da colpo d'ariete.

Si formulano le seguenti ipotesi di calcolo:

- condotta di diametro costante (DN 500);
- velocità in condotta dell'ordine di 1,43 m/s;
- condotta di diametro costante (DN 800);
- velocità in condotta dell'ordine di 1,99 m/s;

Il valore della celerità di propagazione delle perturbazioni di moto vario in condotta si stima con la formula di Allievi:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\rho^* \left(\frac{1}{E} + \frac{D}{E^* e} \right)}}$$

dove i simboli trovano i significati di seguito riportati:

c (m/s)	celerità di propagazione delle onde di perturbazione da moto vario	
ρ (Kg/m ³)	peso specifico dell'acqua	1000
ϵ (N/m ²)	modulo elastico dell'acqua	2,05*10 ⁹
E (N/m ²)	modulo elastico della condotta (acciaio)	2.1*10 ¹¹
D ₁ (m)	diametro interno	0,500

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

D ₂ (m)	diametro interno	0,800
e ₁ (m)	spessore della condotta	0,00515
e ₂ (m)	spessore della condotta	0,00635

Sostituendo, nella formula, ai simboli i valori si ottiene:

$$c_1 = 1025,91 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 958,83 \text{ m/s}$$

Nell'ipotesi di manovra di chiusura brusca, cioè che si esaurisce in un intervallo di tempo inferiore al c.d. ritmo della condotta, il valore massimo della sovrappressione si rileverebbe alla fine del primo quarto di ritmo e si stima con la formula

$$\Delta y = c V_0 / g$$

di Allievi-Michaud.

dove:

c = celerità di propagazione delle onde di perturbazione (m/s)

V₀ = velocità media della corrente in condizioni di regime (m/s)

g = accelerazione di gravità (m/s²)

Sostituendo ai simboli i relativi valori si stima in:

$$\Delta y_1 = 1025,91 * 1,43 / 9,81 = 149,55 \text{ m}$$

$$\Delta y_2 = 958,83 * 1,99 / 9,81 = 194,50 \text{ m}$$

la massima sovrappressione di colpo diretto che, espressa in bar, vale:

14,96 bar per DN 500

19,45 bar per DN 800

La massima sovrappressione da colpo d'ariete che può insorgere in condotta può stimarsi simulando, nell'esercizio, l'eventualità della manovra di chiusura della valvola di sezionamento posta, nello specifico, a valle dell'attraversamento ferroviario. L'ipotesi formulata corrisponde alla più gravosa condizione di funzionamento.

Il ritmo τ della condotta, e cioè il tempo di propagazione delle perturbazioni da colpo d'ariete lungo la condotta, in andata e ritorno, conseguenti alla manovra di chiusura della valvola di sicurezza a farfalla, si valuta con la formula:

$$\tau = 2 L / c$$

Atteso che le celerità di propagazione delle perturbazioni da colpo d'ariete nelle condotte di acciaio DN 500 e DN 800, assumono valori dell'ordine di 1025,91 m/s e di 958,83 m/s, si stima in 10 e 11 secondi il ritmo τ della condotta.

L'intervallo di tempo richiesto per la manovra di sezionamento completo della valvola è notevolmente maggiore del ritmo della condotta, per cui la massima sovrappressione che insorge nella condotta stessa, per effetto della manovra di chiusura, è notevolmente inferiore a quella conseguente alla manovra c.d. brusca.

Per garantire, in definitiva, che il valore massimo della sovrappressione sia rispettoso del limite prescritto dalla "tabella III" del D.M. 12.12.1985, in ragione del rapporto intercorrente tra la massima sovrappressione determinata con la formula di Allevi (15,7 e 20,7 kgf/cm²) ed il valore massimo previsto dal D.M. (3 Kgf/cm²) si dovrà garantire una manovra di chiusura della valvola di sezionamento pari almeno a :

$$7 * 11 \text{ secondi} \approx 77 \text{ secondi}$$

e, d'altra parte, sarebbe davvero inverosimile ipotizzare l'esecuzione di manovre di sezionamento complete che si esauriscano in intervalli di tempo così ridotti.

Per quanto concerne il collaudo delle suddette condotte prementi si precisa che la pressione di esercizio nelle due tubazioni, tenuto conto che il tratto in esame è ubicato al termine del tracciato sottoposto a pompaggio, è pari a 2,8 bar.

2.3 VERIFICA DELLA FINESTRA DI SFIORO

L'attraversamento è dotato di manufatti di spinta e di arrivo con funzione in fase di esercizio di ispezione, per il manufatto a valle dell'attraversamento si prevede la realizzazione di una finestra di sfioro di dimensioni pari a 2.50 x 0.50 mt, che ha lo scopo di allontanare in mare la portata di scoppio nell'eventualità di rottura delle due condotte nel tronco di attraversamento.

Le verifiche di idoneità del sistema di scarico si conducono nell'ipotesi di rottura, come visto in precedenza ciò comporta il contributo di portata istantanea da smaltire di 995 l/s.

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------

Per cui si è proceduto al calcolo di verifica delle portate effettivamente derivate quando defluisce la portata di scoppio.

La letteratura tecnica specifica prevede l'utilizzazione della usuale formula della luce a battente:

$$Q = \mu \sigma \sqrt{2gh}$$

La relazione μ (F) è la seguente:

$$\mu = 0.69 - 0.09 F$$

da utilizzarsi per le correnti veloci, mentre per le correnti lente μ viene posto pari a 0.69

Da cui si ha :

$$Q = \mu B h \sqrt{2gh} \longrightarrow Q = \mu B \sqrt{2gh^3}$$

$$Q = 2,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di conseguenza essendo la massima portata in caso di scoppio pari a 995 l/s, la finestra di sfioro risulta essere idonea per lo smaltimento della stessa.

3 CONCLUSIONI

L'attraversamento in oggetto è stato progettato nel massimo rispetto della normativa vigente. E' stato altresì profusa particolare attenzione alla sicurezza ed alla gestione e manutenzione delle opere e delle apparecchiature stesse.

Si dichiara che l'attraversamento ferroviario così progettato preserva, in caso di rottura della condotta, le fondazioni dell'opera d'arte ferroviaria da eventuali influenze provocate dalla rottura stessa.

Si rimanda all'elaborato di calcolo strutturale allegato alla relazione per i calcoli specifici effettuati per le verifiche fatte in conformità al D.M. n. 137 del 04/04/2014

Progetto Definitivo	TD 10	Relazione sull'attraversamento interrato dei collettori fognari in pressione delle linea ferroviaria NA-SA-PZ alla Kmca 11+965	Rev.0	File: TD.10.doc
------------------------	-------	---	-------	--------------------