

Committente

FERROTRAMVIARIA S.p.a
P.zza Winckelmann, 12
00162 Roma



FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.a
P.zza Winckelmann, 12
00162 Roma
Direttore tecnico: Ing. Bernardo Grilli



Responsabile del procedimento
Ing. Pio Fabietti

Direttore dei lavori
Ing. Alfredo Spitoni

Coord. Sicurezza Esecuzione
Ing. Nicola Labarile

REALIZZAZIONE DEL RADDOPPIO DELLA TRATTA ANDRIA - BARLETTA
DELLA LINEA FERROVIARIA BARI - BARLETTA (SEGNALAMENTO ESCLUSO)
CUP H81B21005410003, CIG 9566425FA2.

PROGETTO DI RISOLUZIONE PLANO - ALTIMETRICA DELL'INTERFERENZA DIFFUSA DELL'ACQUEDOTTO
CON IL RADDOPPIO FERROVIARIO DELLA LINEA ANDRIA BARLETTA

PROGETTO ESECUTIVO

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTISTA



CONSORZIATE



PROGETTISTA ED INTEGRATORE DELLE ATTIVITA' SPECIALISTICHE
Dott. Ing. Alberto Rinaldi

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA CON FUNZIONI DI
COORDINAMENTO DELLE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE E INTEGRAZIONE
TRA LE VARIE ATTIVITA' SPECIALISTICHE
Dott. Ing. Massimo Facchini

RELAZIONE GENERALE

NOME FILE

CODICE
ELAB. PE 01 GEN 00 RE 01

REVISIONE

SCALA:

A

-

A

08/07/2025

Emissione

Ing. Gabriele Ghiaroni

Ing. Gabriele Ghiaroni

Ing. Alberto Rinaldi

REV.

DATA

DESCRIZIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Indice

1	Premessa	3
2	Finalità del progetto e inquadramento normativo.....	5
3	Analisi dello stato di fatto.....	7
3.1	<i>Attraversamenti noti</i>	<i>11</i>
3.1.1	km 59+225 – Attraversamento 1.....	11
3.1.2	km 60+121 (coord. 41°24'86.6''N 16°27'79.1''E) – Attraversamento 2	11
3.1.3	km 60+639 (coord. 41°25'08.8''N 16°27'23.8''E) – Attraversamento 3	11
3.1.4	km 60+639 (coord. 41°25'08.8''N 16°27'23.8''E) – Attraversamento 3.1	11
3.1.5	km 63+610 (coord. 41°16'05.5''N 16°16'45.2''E) – Attraversamento 4	11
3.1.6	km 64+098 (coord. 41°16'14.0''N 16°16'58.3''E) – Attraversamento 5	11
3.2	<i>Condotte interferenti - parallelismi.....</i>	<i>12</i>
3.2.1	Condotta distributrice B1	12
3.2.2	Condotta di mandata M2 - C.....	12
3.2.3	Condotta di mandata M3 - C.....	12
3.2.4	Condotta distributrice C3	13
3.2.5	Condotta distributrice D.....	13
3.2.6	Condotta distributrice D1	13
3.2.7	Condotta distributrice D2.....	14
3.2.8	Condotta distributrice D3.....	14
3.2.9	Condotta distributrice RETE 53.....	14
3.2.10	Condotta distributrice RETE 54.....	14
3.2.11	Condotta distributrice RETE 56.....	14
3.2.12	Consorzio terre d'Apulia (Consorzio di Bonifica Centro Sud Puglia)	15
3.2.13	Condotte interferenti - ricapitolo.....	15
4	Criteri progettuali.....	16
5	Schemi d'esproprio.....	18

6	Descrizione degli interventi in progetto	21
6.1	<i>Nuovi attraversamenti in progetto.....</i>	<i>21</i>
6.2	<i>Nuovi parallelismi in progetto.....</i>	<i>22</i>
6.3	<i>Blocchi di ancoraggio</i>	<i>24</i>
6.4	<i>Nuovi idranti di progetto.....</i>	<i>32</i>
7	Cronoprogramma	33

1 Premessa

La redazione del presente progetto si è resa necessaria nell'ambito dell'appalto "Realizzazione del raddoppio della tratta Andria Barletta della linea ferroviaria Bari – Barletta (segnalamento escluso)", in quanto è emerso che lungo la tratta ferroviaria oggetto del Raddoppio sono presenti reti irrigue di adduzione e distribuzione a servizio delle aree agricole tra i comuni di Andria e Barletta.

Si faccia riferimento alla comunicazione del RUP ing. Pio Fabietti con oggetto:

Intervento: Realizzazione del raddoppio della tratta Andria Barletta della linea ferroviaria Bari – Barletta (segnalamento escluso)

CUP: H81B21005410003, CIG: 9566425FA2

Si riportano degli estratti salienti della comunicazione:

di voler procedere per conto del succitato Ente Regionale [ARIF], alla redazione di un progetto atto alla risoluzione delle interferenze riscontrate.

Il progetto dovrà essere redatto in conformità a quanto previsto dal DM 4 aprile 2014 relativo alle Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.

Il testo riporta integralmente quanto segue:

le condotte convoglianti acque in pressione devono essere posate parallelamente al binario ad una distanza tale da non costituire pregiudizio alla sede ed alle opere ferroviarie e tale distanza, non dovrà essere inferiore a 10 m dalla più vicina rotaia e dovrà essere misurata ortogonalmente all'asse del binario; le distanze suddette possono essere ridotte fino a 6 m dalla più vicina rotaia e a 2 m dal piede del rilevato o dal ciglio della trincea, qualora la condotta sia contenuta in un tubo di protezione che dovrà terminare in pozzetti praticabili realizzati conformemente al punto 4.4.8 del medesimo decreto.

Sono da considerarsi nel progetto anche gli espropri o servitù in base a quanto emanato dal Demanio.

Una volta condivise le tratte interferenti con ARIF (Agenzia Regionale Irrigua e Forestale, gestore acquedotto) e Demanio, si procederà a ipotizzare il relativo

spostamento con materiali e modalità che verranno indicate da Demanio e ARIF, ognuno per la parte di rispettiva competenza.

A valle della comunicazione formale sono sopraggiunte altre informazioni in merito alle reti irrigue presenti, evidenziando un'interferenza diffusa anche con l'acquedotto di riuso delle acque del depuratore di Andria, dell'ente Distretto Irriguo Consortile (o Consorzio di Bonifica Centro Sud Puglia), ai tempi Consorzio Terre d'Apulia.

I due Enti Regionali gestori degli acquedotti hanno dichiarato di non detenere internamente figure tecniche in grado di sviluppare il progetto di adeguamento delle reti irrigue nel rispetto dei dettami normativi del DM 4 aprile 2014 relativo alle Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.

Il RUP, tramite l'ATI del Raddoppio Ferroviario, ha incaricato gli scriventi progettisti del suddetto progetto esecutivo in quanto già conoscitori dello stato dei luoghi e della stretta interconnessione dello spostamento plano-altimetrico degli acquedotti con la contestuale realizzazione delle opere ferroviarie e viabili del Raddoppio Ferroviario.

Sulla base del progetto di fattibilità tecnico economica sviluppato, sono stati acquisiti i pareri degli enti interessati (ARIF – Agenzia Regionale attività Irrigue e Forestali; CTA – Consorzio di Bonifica Centro Sud Puglia o anche Distretto Irriguo Consortile) allo spostamento degli acquedotti irrigui, i quali hanno emanato parere favorevole sulla base della documentazione progettuale prodotta dagli scriventi per conto degli enti.

La documentazione include la rappresentazione dello stato di fatto delle reti interferenti e le modalità di risoluzione delle stesse. Il progetto è strettamente intrecciato con lo stato di fatto, il quale è stato confermato dagli enti.

Rispetto a quanto sviluppato nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, in sede di progettazione esecutiva gli scriventi hanno ritenuto opportuno inserire in progetto esecutivo la realizzazione di blocchi di ancoraggio da prevedere nelle deviazioni plano altimetriche delle condotte irrigue in progetto.

2 Finalità del progetto e inquadramento normativo

Lo spostamento plano-altimetrico degli acquedotti irrigui presenti nei comuni di Andria e Barletta e adiacenti alla linea ferroviaria si rende necessario per il rispetto dei dettami normativi del DM 4 aprile 2014 relativo alle Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.

Le reti irrigue consortili già attualmente non sono conformi con i criteri del DM 04/04/2014, ma essendo state realizzate prima dell'entrata in vigore del DM non erano soggette al rispetto.

Eseguendo il Raddoppio del binario, e in generale rifacendo l'intero corpo ferroviario, tali acquedotti non possono più rimanere dove sono attualmente.

Il DM 4 aprile 2014 regola gli attraversamenti e i parallelismi di condotte (convoglianti liquidi o gas o sostanze solide minute, pulverulente, pastose o in sospensione in veicolo fluido) e di canali con: ferrovie, [...].

Nella sezione 4 sono riportate le norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di ferrovie con condotte convoglianti acque in pressione.

Al punto 4.1 sono definiti e normati gli Attraversamenti, che possono essere:

- Interrati;
- Superiori;
- Inferiori.

Tutti gli attraversamenti esistenti censiti lungo la tratta ferroviaria sono del tipo Interrato.

Gli attraversamenti devono essere perpendicolari al tracciato ferroviario ed essere contenuti all'interno di un tubo di maggiore diametro (tubo di protezione).

Tra i vari vincoli da rispettare, si evidenzia una profondità d'interramento rispetto al fondo di cunette idrauliche (o elementi marginali dello smaltimento acque di piattaforma, come le trincee drenanti previste nel progetto del Raddoppio) pari ad almeno 80 cm.

Al punto 4.2 sono definiti e normati i Parallelismi.

Le nuove condotte devono essere posate parallelamente al binario e soddisfare i seguenti requisiti:

- 1) distanza di 10 m dalla rotaia;

- 2) distanza di 3 m dal piede del rilevato
- 3) distanza di 5 m dal ciglio della trincea.

Con i punti 2 e 3 sovraordinati rispetto al punto 1.

Ai fini progettuali è stata determinata una fascia di larghezza variabile a cavallo della ferrovia che rappresenta l'involuppo normativo di tali distanze minime da rispettare.

Le interferenze con le viabilità complanari non verranno risolte secondo DM di riferimento ma, vista l'interferenza con le opere in progetto delle viabilità complanari, quali trincee drenanti approfondite rispetto al piano campagna di circa 1 m, si ritiene opportuno spostare nella banchina in progetto le nuove tubazioni.

Al punto 4.3 sono normate le tipologie di condotte utilizzabili.

Per le condotte in materiale plastico, ovvero quelle esistenti e quelle che sono considerate nel presente progetto, gli spessori vanno scelti in relazione al diametro delle condotte commerciali e verificando le pressioni massime di esercizio, compreso il colpo d'ariete, moltiplicato per 1.5.

Al punto 4.4 sono invece normati i tubi di protezione.

Il tubo di protezione deve essere di spessore adeguato alle sollecitazioni esterne ed interne che il tubo deve sopportare.

La tubazione interna è posata all'interno del tubo di protezione con distanziatori tali da garantire che i tubi non siano mai in contatto e che venga mantenuto il libero deflusso delle acque; il tubo di protezione deve essere posato con una pendenza minima costante del 2 per mille al fine di poter svuotare la tubazione a gravità in caso di necessità.

I pozzetti di ispezione ai due lati della ferrovia dovranno essere provvisti di scarichi di fondo o luci di sfioro e le chiusure dei pozzetti devono essere sollevate dal piano campagna in modo tale che sia impedita la penetrazione di acque meteoriche.

3 Analisi dello stato di fatto

Sulla base delle informazioni a disposizione, ovvero:

- 1) Rilievo topografico del raddoppio ferroviario Andria Barletta, con battuti 135 idranti esistenti lungo tutto il tratto: di questi 135, 103 ricadono all'interno del sopra definito "Inviluppo Normativo" e quindi da rimuovere e spostare;
- 2) Schemi funzionali ARIF in ambiente GIS dell'acquedotto irriguo;
- 3) Schema indicativo dell'acquedotto Distretto Irriguo Consortile o Consorzio di Bonifica Centro Sud Puglia in ambiente GIS.

Nelle immagini seguenti si riportano su base satellitare Google Earth gli schemi delle reti acquedottistiche oggetto di intervento.

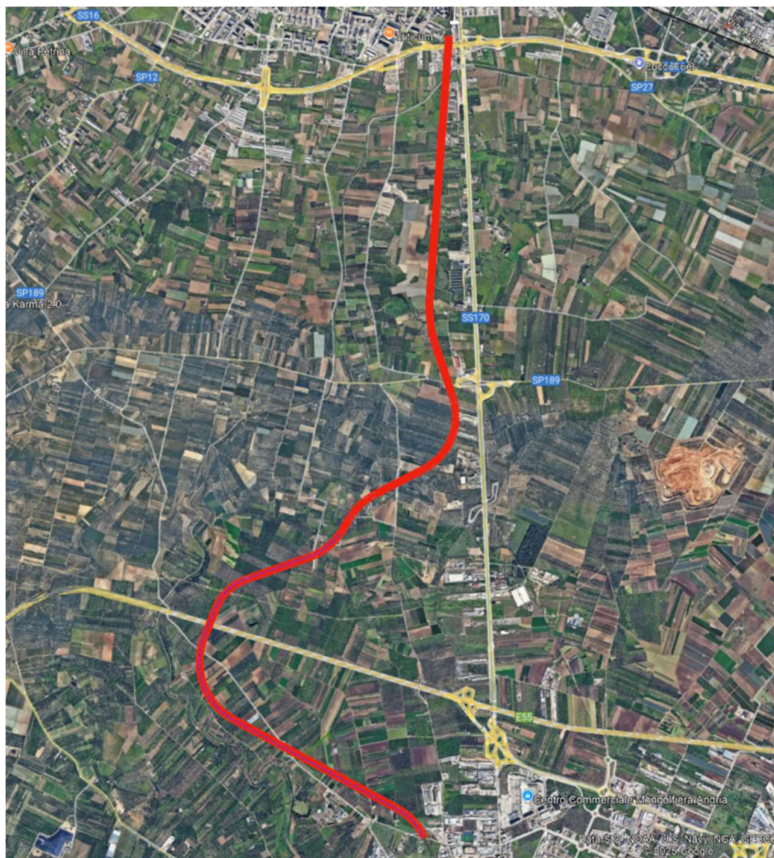


Figura 1 - Tracciato Raddoppio ferroviario Andria (Sud) - Barletta (Nord)

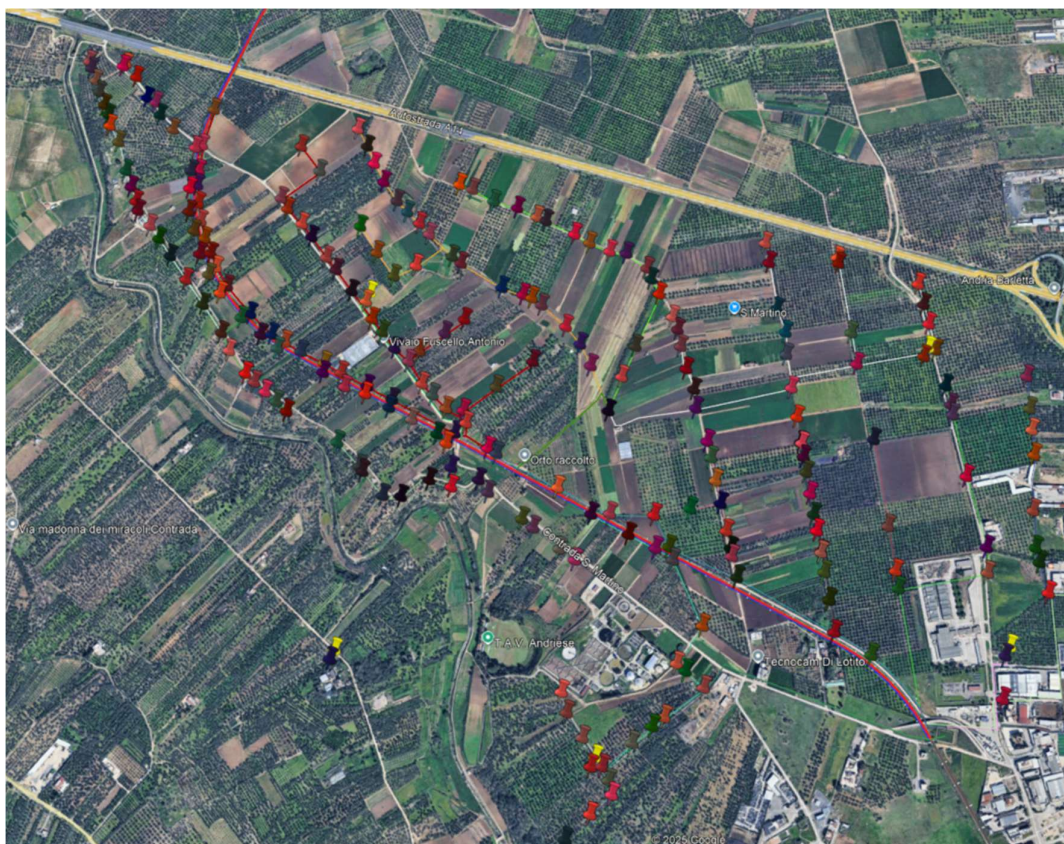


Figura 2 - Rete ARIF - comune di Andria. I segnaposti in giallo rappresentano i pozzi di captazione, gli altri segnaposti rappresentano idranti o sfiati



Figura 3 - Vista prospettica esemplificativa: in rosso e in blu i due binari in progetto. Sono presenti in parallelismo condotte ARIF (rosso rubino in dx e verde scuro in sx) con idranti (segnaposti scuri)

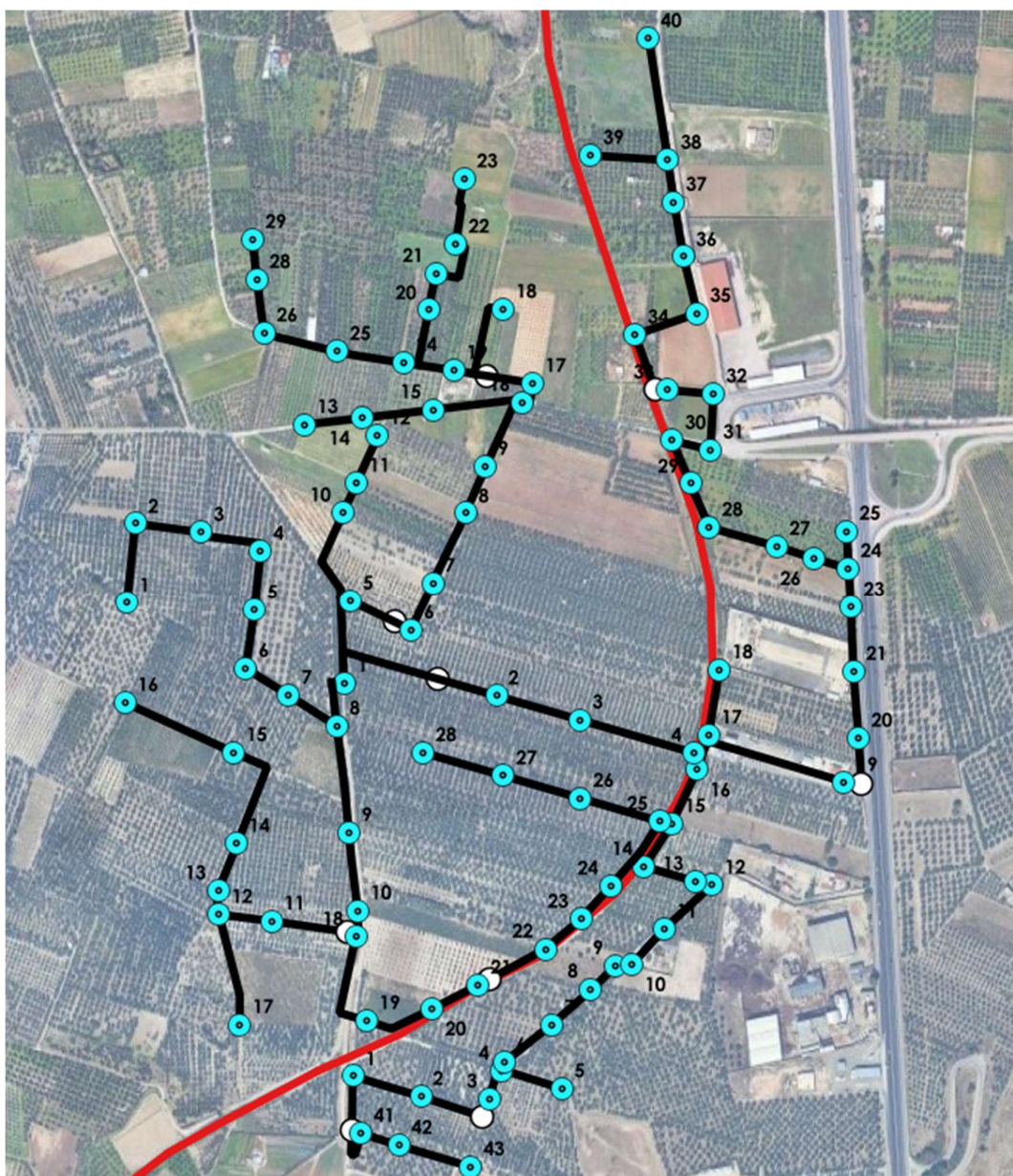


Figura 4 - Rete ARIF - comune di Barletta. I segnaposti in azzurro rappresentano gli idranti, gli altri segnaposti in bianco rappresentano sfiati. Base Satellitare su QGIS

- 2) gli idranti della rete dell'acquedotto Distretto Irriguo Consortile sono prevalentemente di colore azzurro e in stato di conservazione migliore rispetto a quelli ARIF, in quanto meno vetusti.

3.1 Attraversamenti noti

Si elencano nel seguito gli attraversamenti esistenti con riferimento alla progressiva ferroviaria.

3.1.1 km 59+225 – Attraversamento 1

Trattasi di due condotte di mandata con inizio nella vasca di carico della rete irrigua ARIF. Non risultano interferenti.

3.1.2 km 60+121 (coord. 41°24'86.6''N 16°27'79.1''E) – Attraversamento 2

Trattasi di una condotta distributrice del Distretto Irriguo Consortile. L=40 m.

3.1.3 km 60+639 (coord. 41°25'08.8''N 16°27'23.8''E) – Attraversamento 3

Trattasi di una condotta distributrice della rete irrigua ARIF, L=26 m.

3.1.4 km 60+639 (coord. 41°25'08.8''N 16°27'23.8''E) – Attraversamento 3.1

Trattasi di 2 attraversamenti del Distretto Irriguo Consortile DN300 (condotta di mandata in acciaio) e condotta distributrice DN400 (materiale ignoto) dichiarati inizialmente non interferenti dall'ente Regione Puglia Depurazione. In sede di Conferenza di Servizi ne è stata richiesta la risoluzione piano - altimetrica. L=32 m.

3.1.5 km 63+610 (coord. 41°16'05.5''N 16°16'45.2''E) – Attraversamento 4

Trattasi di una condotta distributrice della rete irrigua ARIF, L=45 m.

3.1.6 km 64+098 (coord. 41°16'14.0''N 16°16'58.3''E) – Attraversamento 5

Trattasi di una condotta distributrice della rete irrigua ARIF, L=26 m.

3.2 Condotte interferenti - parallelismi

3.2.1 Condotta distributrice B1

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 60+459 a 61+903 (binario dispari), si innesta in condotta distributrice C3 e condotta principale B (progressiva 60+459).

Presenta interferenza iniziale con le opere della complanare A, fino a progressiva 60+639, e successivamente con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

La condotta in progetto ricalcherà il funzionamento riportato nelle tavole di stato di fatto. L'alimentazione della condotta avverrà dalla vasca di carico alla pk 59+225. Dalla vasca di carico parte la condotta principale C, la quale si suddivide e diventa condotta C3. La condotta C3, dopo circa 710 m diviene appunto la condotta B1.

3.2.2 Condotta di mandata M2 - C

Condotta in Pead DN200 PN16 con sviluppo da progressiva 0+627 (compl. A) a 60+457 (binario dispari), dove si innesta in condotta distributrice C3 e condotta principale B (progressiva 60+459).

Presenta interferenza diffusa con le opere della complanare A nel tratto iniziale, fino a progressiva 60+620, e successivamente con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

La condotta è una tubazione di mandata di mandata del pozzo 103 e dagli schemi funzionali alimenta la condotta principale B, dedita all'irrigazione degli appezzamenti agricoli in zona nord est rispetto al tracciato ferroviario.

3.2.3 Condotta di mandata M3 - C

Condotta in Pead DN200 PN16 con sviluppo da progressiva 0+627 (compl. A) a 59+794 (binario dispari), dove termina l'intervento previsto per il raccordo E.

Presenta interferenza diffusa con le opere della complanare A nel tratto iniziale, fino a progressiva 60+620, e successivamente con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

La condotta ha la funzione di alimentare la vasca di carico alla pk 59+225. Il rifacimento della tubazione di mandata è previsto attualmente fino a circa la progressiva ferroviaria 59+844, dove si andrà ad innestare nella esistente condotta M3-C.

3.2.4 Condotta distributrice C3

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 59+835 a 60+459 (binario dispari).

Presenta interferenza con le opere della complanare A per tutto lo sviluppo, escluso un breve tratto, e, non è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

La condotta C3 viene alimentata dalla vasca di carico alla pk 59+225, e sequenzialmente si innesta in condotta distributrice B1 e condotta principale B (progressiva 60+459).

3.2.5 Condotta distributrice D

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 60+644, dopo l'attraversamento 3, a 61+785 (binario pari); lungo il tracciato si innestano la condotta distributrice D1 (inizio tracciato) e D3 alla progressiva 61+287.

Presenta interferenza con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

Alla progressiva 61+375 sarà necessario attraversamento fino a complanare B e prosecuzione del tracciato lungo essa fino a fine interferenza.

La condotta viene alimentata o dal pozzo 106 oppure dalla condotta principale E.

3.2.6 Condotta distributrice D1

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 59+995 a 60+235 (binario pari), tratta finale del ramo.

Presenta interferenza con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

3.2.7 Condotta distributrice D2

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 1+093 a 1+450 (compl. B), dove in seguito ad attraversamento si innesta in condotta distributrice D, la quale procede lungo il tracciato ferroviario.

Presenta interferenza diffusa con le opere della complanare B nel primo tratto e non è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

3.2.8 Condotta distributrice D3

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 0+368 a 0+550 (compl. B), dove si innesta in condotta distributrice D, la quale procede lungo il tracciato ferroviario.

Presenta interferenza diffusa con le opere della complanare B e non è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

3.2.9 Condotta distributrice RETE 53

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo da progressiva 64+142 a 64+608 (binario pari).

Presenta interferenza diffusa con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

3.2.10 Condotta distributrice RETE 54

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo parallelo alla progressiva 64+710 (binario pari).

Presenta interferenza con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

3.2.11 Condotta distributrice RETE 56

Condotta in Pead DN125 PN16 con sviluppo lungo il binario dispari da progressiva 64+551 a 64+826, 65+014 a 65+129 e 65+209 a 65+287.

Presenta interferenza diffusa con le opere del raddoppio ferroviario ed è soggetta a vincoli del DM 04 aprile 2014.

3.2.12 Consorzio terre d'Apulia (Consorzio di Bonifica Centro Sud Puglia)

Parallelamente a molte delle reti sopracitate, si sviluppa la distribuzione del Consorzio terre d'Apulia, con condotte in Pead DN125 PN16.

Esse risultano non in funzione, pertanto i nuovi tracciati di progetto prevederanno una sezione tipologica ponendo esternamente, verso i terreni agricoli, le condotte dell'acquedotto ARIF.

3.2.13 Condotte interferenti - riepilogo

Nella tabella seguente è riportato un prospetto riportante gli sviluppi delle reti ARIF e del Distretto Irriguo Consortile (CTA = ex Consorzio Terre d'Apulia) interferenti, che sulla base dei criteri esposti necessitano di demolizione e nuova costruzione.

		L condotte demolizione	N° IDR demolizione	L condotte progetto	DN PeAd (mm)	N° IDR progetto (terreno)	N° POZZETTI progetto (intercettazione)	N° DERIVAZIONI ad IDRANTE (da complanare)
CONDOTTE PROGETTO	C3	684.59	69	684.59	125	0	1	4
	B1	1391.92		1391.12	125	24	2	1
	M2-C	658.41		634.43	200	0	4	
	M3-C	1320.96		1283.77	200	0	6	
	D1	242.53		239.63	125	3	1	0
	D2	365.73		341.45	125	0	1	6
	D3	163.56		168.25	125	0	2	2
	D	1174.78		1247.65	125	11	5	8
	53	472.60		459.88	125	3	2	0
	54	6.20		0	125	1	0	0
	56	1075.78		479.35	125	6	6	0
	CTA	2971.40	45	2970.17	125	33	12	12
		10528.46	103	9900.29		81	42	33

4 Criteri progettuali

Sulla base di un attento studio dello stato di fatto, e della qualità delle informazioni in possesso, si ritiene possibile incappare nell'errore grossolano di intersecare funzionalmente le due reti dei due enti gestori, comportando danni di tipo erariale e soprattutto non avendo alcuna garanzia sul funzionamento delle due reti distinte a seguito di erronee risoluzioni.

Quindi, lo spostamento degli acquedotti dovrà avvenire per tronchi funzionali a cui è possibile associare un funzionamento che possa essere comparabile con la situazione attuale in punti ben distinti della rete e si esclude la possibilità di procedere ad una risoluzione per piccole tratte, tipo taglia e cucì, per motivazioni di vario genere, tra le quali:

- 1) necessità di risolvere l'interferenza nel minor tempo possibile, al fine di non compromettere da un punto di vista temporale e quindi di finanziamento la realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta Andria Barletta;
- 2) l'elevata incertezza dello stato attuale suggerisce un approccio "massivo", considerando anche che ad ora non sono note caratteristiche idrauliche complessive del sistema interferente, tra cui le portate circolanti e l'esatto numero di idranti in funzione.
- 3) Impossibilità di garantire il funzionamento delle nuove tratte, qualora siano presenti tratti esistenti di cui non si sa l'esatta consistenza e piena funzionalità.

Quindi, i principi progettuali per il posizionamento delle nuove condotte in progetto sono i seguenti:

- Evitare il funzionamento alternato tra reti esistenti e reti in progetto;
- Ottimizzazione, ove possibile, delle nuove fasce di esproprio, minimizzando le nuove fasce mediante schemi specifici per ogni casistica;
- Posizionamento delle nuove condotte nelle viabilità complanari in progetto ove possibile, ottimizzando così le future operazioni manutentive.

Qualora il tracciato di progetto dovesse imbattersi in ulteriori interferenze, o impedimenti di vario genere, si riportano i criteri di risoluzione in via di priorità:

- a) Allontanandosi dal tracciato "minimo", al fine di evitare l'interferenza;

- b) Avvicinarsi alla ferrovia, venendo meno i dettami normativi. Tali distanze sono derogabili se il parallelismo viene eseguito con tubazione di protezione, con distanza minima dal binario pari a 6 m;
- c) Il tracciato “minimo” potrà essere mantenuto come tracciato di progetto ma dovrà essere prevista la demolizione degli elementi interferenti.

Come criterio fondante, si seguirebbe il criterio a).

5 Schemi d'esproprio

Parte integrante della soluzione progettuale individuata è stata lo studio degli schemi d'esproprio, per i tratti di intervento su terreno agricolo, in base alle casistiche riscontrabili lungo il tracciato ferroviario in relazione alla tipologia delle nuove tubazioni da posare, di quale ente gestore, in relazione ai vincoli normativi (involuppo normativo) e alle ultime opere del raddoppio e del limite di esproprio già definito per il progetto del Raddoppio Ferroviario. Le nuove reti posate sotto il sedime delle viabilità complanari non avranno bisogno di nuove fasce di esproprio.

Una delle esigenze espresse dagli enti gestori è quella di avere una fascia libera pari a 3 m, con tubazione in progetto preferibilmente posizionata in asse, in modo tale da garantire le future operazioni di manutenzione. La fascia libera di 3 m sarà in comune tra i due enti. Sulla base della casistica sotto riportata, è stato possibile garantire il rispetto di tutti i criteri sopra esposti, unitamente alla minimizzazione delle fasce d'esproprio che sono per tutti i casi analizzati uguali o inferiori a 3 m.

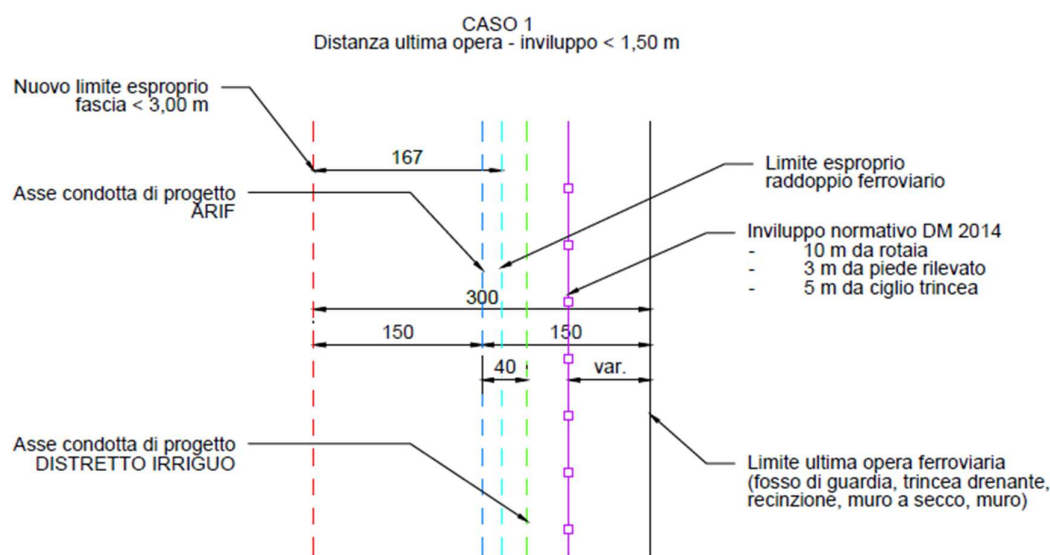


Figura 6 - Caso 1

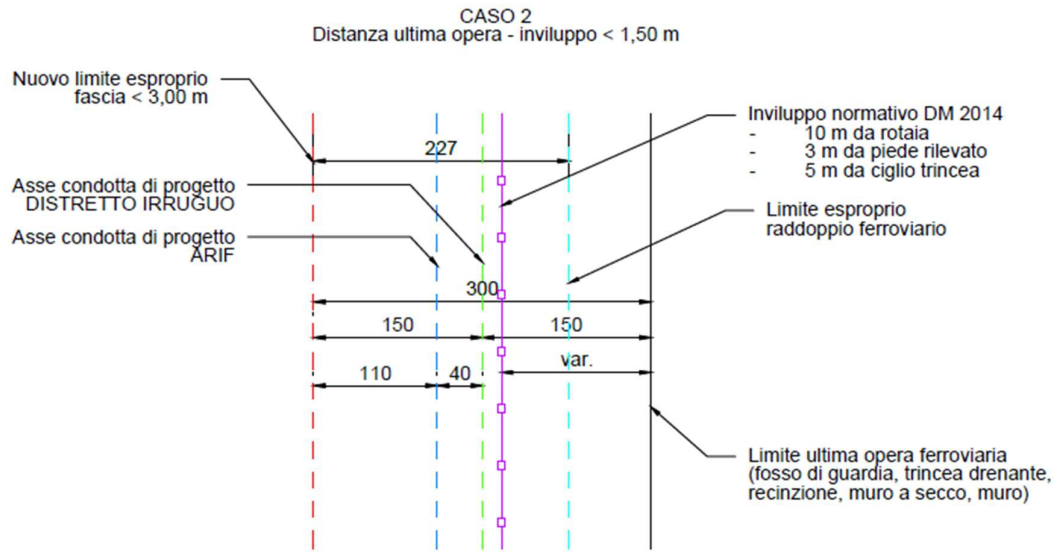


Figura 7 - Caso 2

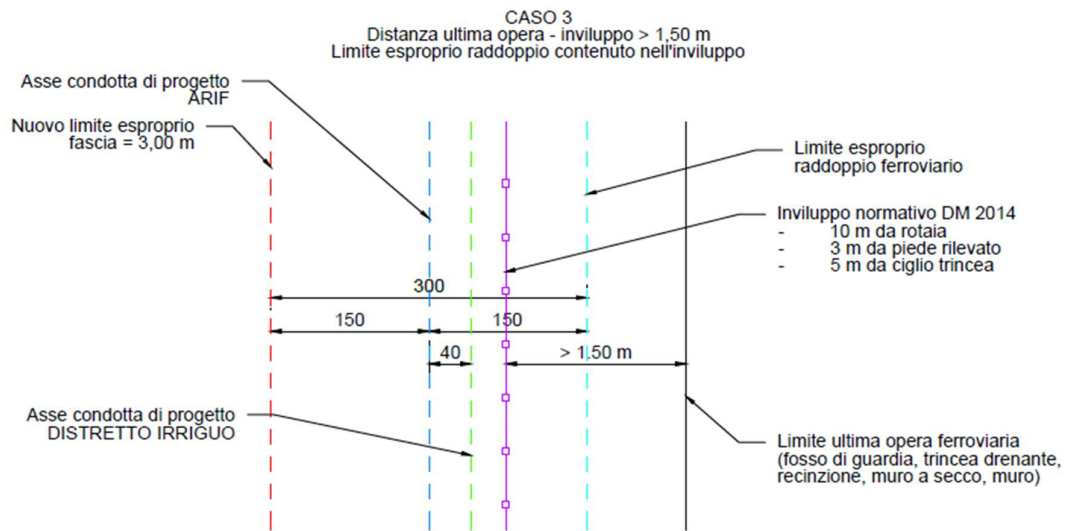


Figura 8 - Caso 3

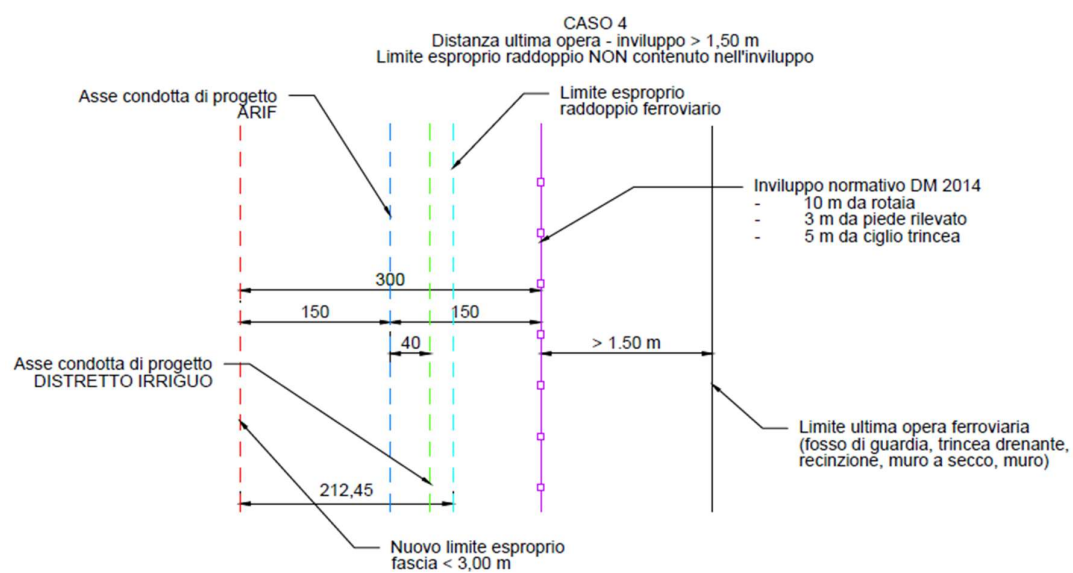


Figura 9 - Caso 4

6 Descrizione degli interventi in progetto

Lo spostamento dell'acquedotto è fondamentalmente un'azione preliminare per la realizzazione del Raddoppio Ferroviario.

Da un punto di vista realizzativo e funzionale, è però necessario realizzare il nuovo acquedotto prima di smantellare la rete esistente. La continuità dell'erogazione idrica a fini irrigui ha la priorità. Le fasi realizzative saranno quindi:

- Realizzazione del nuovo ramo di acquedotto irriguo, a cui allacciare il vecchio ramo prima della dismissione;
- Dismissione ramo acquedotto irriguo esistente.

6.1 Nuovi attraversamenti in progetto

Gli attraversamenti esistenti censiti come interferenti verranno realizzati ex novo seguendo lo schema di risoluzione riportato nella figura seguente, nel rispetto del DM 04/04/2014.

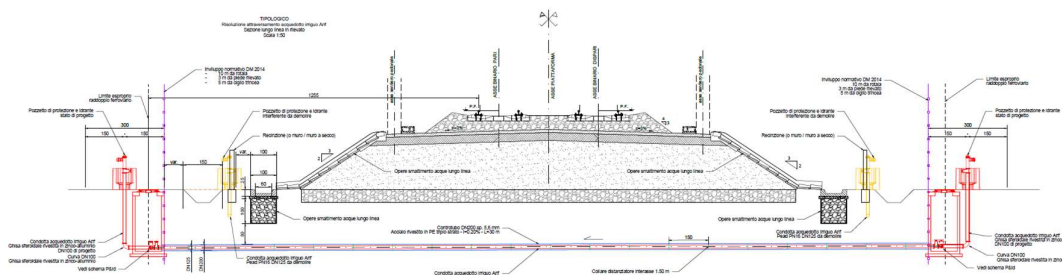


Figura 10 - Nuovo attraversamento - estratto da TAV. Particolari costruttivi: Tipologici, espropri e P&ID

Gli attraversamenti da realizzare ex novo saranno 4, ovvero localizzati alle seguenti progressive:

- 1) km 60+121 – Attrav. 2 - condotta ARIF
- 2) km 60+639 – Attrav. 3 - condotta ARIF
- 3) km 60+639 – Attrav. 3.1 – due condotte CTA
- 4) km 63+610 – Attrav. 4 – condotta ARIF
- 5) km 64+098 – Attrav. 5 - condotta ARIF

6.2 Nuovi parallelismi in progetto

Sono state definite 9 sezioni tipologiche correnti.

Le sezioni tipologiche si suddividono in sezioni correnti su terreno agricolo (e quindi figlie degli schemi d'esproprio esposti precedentemente) e sezioni correnti su viabilità complanare.

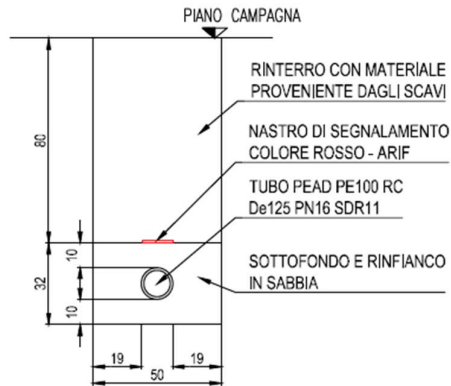
La scelta progettuale di posizionare le tubazioni sulle viabilità complanari è in alcuni casi obbligatoria, in quanto la loro nuova realizzazione è in adiacenza alla ferrovia. In altri casi è stata utile per ottimizzare le lavorazioni di costruzione congiunta delle viabilità complanari presenti nel progetto del Raddoppio Ferroviario e dei nuovi acquedotti, unitamente al criterio di non considerare nuove aree di esproprio.

Il progetto prevede:

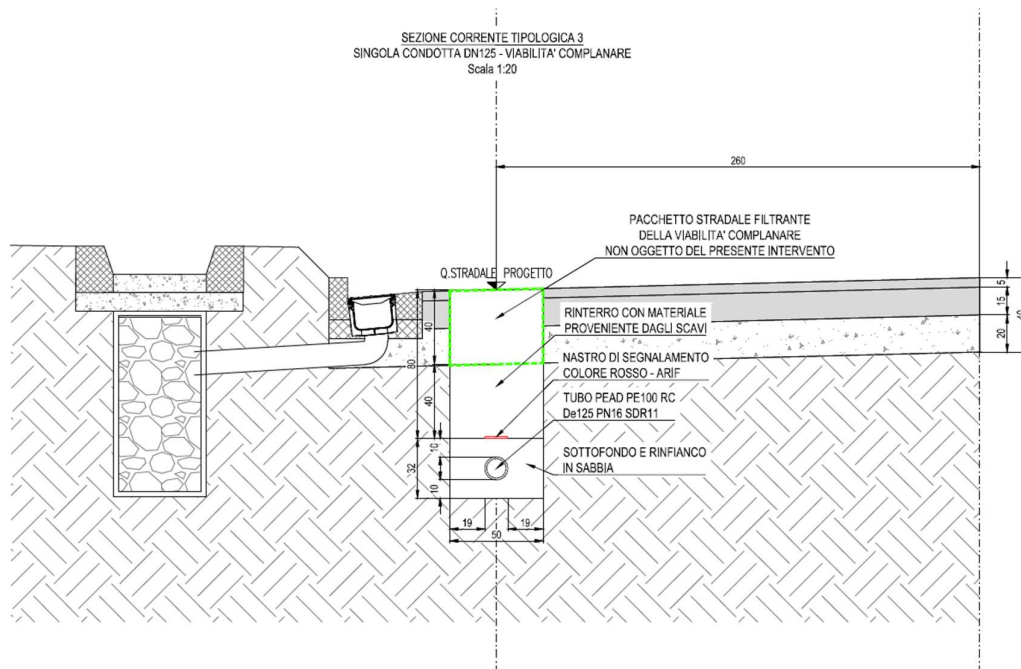
- 1) Scavo a sezione obbligata;
- 2) Sottofondo con sabbia di frantoio;
- 3) Posa nuova tubazione acquedotto;
- 4) Rinfianco con sabbia di frantoio;
- 5) Nastro segnalatore tubazione;
- 6) Rinterro con materiali provenienti dagli scavi;
- 7) Pozzetti di ispezione e intercettazione;
- 8) Punti di derivazione.

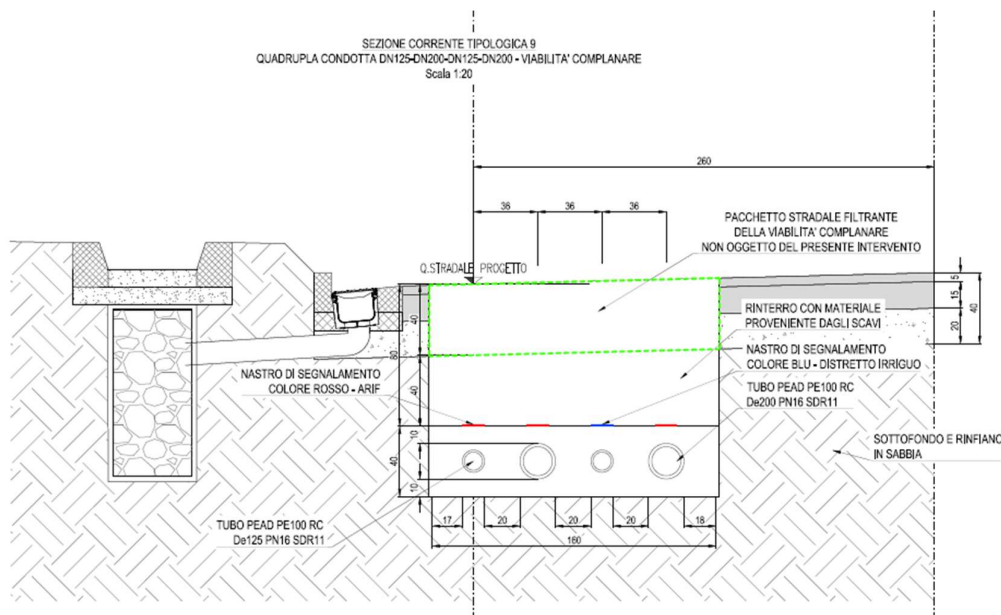
Nel posizionamento delle tubazioni, qualora il numero di condotte nella sezione tipologica fosse superiore ad 1 nella trincea di scavo, si è sempre tenuto esternamente l'acquedotto ARIF, con priorità alle reti di distribuzione rispetto alle tubazioni di mandata.

SEZIONE CORRENTE TIPOLOGICA 1
SINGOLA CONDOTTA DN125 - TERRENO AGRICOLO
Scala 1:20



SEZIONE CORRENTE TIPOLOGICA 3
SINGOLA CONDOTTA DN125 - VIABILITA' COMPLANARE
Scala 1:20





Come prezzario di riferimento si considera Regione Puglia anno 2022, aggiornamento luglio, ovvero lo stesso listino del progetto esecutivo del Raddoppio Ferroviario.

Per due voci legate agli idranti da installare sono stati utilizzati dei nuovi prezzi realizzati da ARIF per interventi analoghi.

6.3 Blocchi di ancoraggio

Ai cambiamenti di direzione, alle riduzioni di diametro (curve, tee, riduzioni) e alle estremità di una condotta convogliante un fluido in pressione si verificano delle forze di spinta idraulica. Esse possono essere elevate e devono essere equilibrate da dispositivi appropriati, quali blocchi di ancoraggio in calcestruzzo. Si tratta della tecnica più comunemente usata per reagire alle forze della spinta idraulica di una condotta in pressione.

La spinta idraulica può essere valutata con la seguente formulazione:

$$F = K * P * S$$

Con:

F= Forza di spinta in N;

P=Pressione interna massima (Pressione di collaudo) in Pa;

S=sezione trasversale in m²;

K=Coefficiente, funzione della geometria dell'elemento di condotta considerato.

Curva di angolo θ : $K=2*\sin(\theta/2)$

$K=1.414$ per curve a 90° ;

$K=0.765$ per le curve a 45° ;

$K=0.390$ per le curve a $22^\circ30'$

$K=1$ per i piatti di chiusura e per i tee.

Il blocco in calcestruzzo reagisce alle forze dovute alla spinta idraulica:

- Sia per attrito sul terreno;
- Sia per reazione del terreno retrostante al blocco (spinta passiva)

In definitiva, le forze agenti sul blocco di ancoraggio sono le seguenti:

- F: Spinta idraulica;
- P: peso del blocco;
- W: peso delle terre;
- B: appoggio sulla parete dello scavo;
- f: attrito sul terreno;
- M: momento di ribaltamento.

Si riportano nel seguito i calcoli eseguiti atti alla determinazione delle dimensioni dei blocchi di ancoraggio, in funzione del diametro della tubazione di riferimento, delle pressioni di collaudo e dell'angolo della tubazione.

Per le tubazioni DN125 è stata considerata una pressione di collaudo pari a 6 bar, mentre per le tubazioni di mandata DN200 è stata presa in considerazione una pressione di collaudo pari a 12 bar.

Tabella 1 – Blocco di ancoraggio tubazioni DN125 - Pc=6 bar - angolo 22°30'

CALCOLO BLOCCHI D'ANCORAGGIO				
IPOTESI: coesione = 0; considerazione peso rinterro e spinta terre				
angolo curva	=	22.5		
pressione collaudo (bar)	=	6		
DN tubo (mm)	=	125		
Tipo Terreno (RR, TV, SA, AR)	=	sa		
altezza di rinterro (m)	=	0.9		
profondità scavo base tubazione (m)	=	1.025		
u_s	=	coefficiente sicurezza scorrimento blocco	=	1.25
$1/S*[S_p + f(G_b)]$	=	u_s	=	3.20
S	=	spinta idraulica (N)	=	3812.69
S_p	=	spinta passiva terreno (N)	=	11169.93
$f(G_b)$	=	reazione attrito terreno (N)	=	1033.62
ϕ	=	peso specifico terreno (N/m ³)	=	19600
λ_p	=	coefficiente spinta passiva	=	3.00
H_2	=	profondità piano appoggio blocco (m)	=	1.30
h	=	altezza blocco (m)	=	0.40
(h-DN)/2	=	prof piano appoggio blocco - profondità scavo base tubazione	=	0.28
f	=	coefficiente attrito cls-terreno [$\tan (0.9*\phi)$]	=	0.51
ϕ	=	angolo attrito interno terreno	=	0.52
peso specifico cls (kg/m ³)	=	2300		
VOLUME BLOCCO (m ³)	=	0.09		
PESO BLOCCO (t) - G_b -	=	0.21		
L	=	base maggiore blocco (m)	=	0.60
h	=	altezza blocco (m)	=	0.40
h_1	=	profondità blocco (m)	=	0.50
L_1	=	base minore blocco (m)	=	0.30
Verifica ribaltamento				
y_G	=	baricentro blocco (m)	=	0.222
M_{stab}	=	momento stabilizzante (Nm)	=	451
K_p	=	coeff equilibrio limite superiore	=	2.99
H_{reaz}	=	altezza reazione terreno (m)	=	0.26
H_{is}	=	altezza spinta idraulica (m)	=	0.34
$B = (H_{is} - H_{reaz})$	=	disassamento spinta idraulica - reazione terreno	=	0.07688
M_{rib}	=	momento ribaltante (Nm)	=	293
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$	=	VERIFICA RIBALTAMENTO	=	1.54
Verifica resistenza calcestruzzo (sezione minima di contatto blocco-tubazione)				
l	=	lunghezza minima contatto tubo-blocco (m)	=	0.013
S	=	Spinta idraulica (N)	=	3812.69
σ_{cam}	=	resistenza cls a nn completa maturazione (N/cm ²)	=	200

Tabella 2 - Blocco di ancoraggio tubazioni DN125 - Pc=6 bar - angolo 45°

CALCOLO BLOCCHI D'ANCORAGGIO				
IPOTESI: coesione = 0; considerazione peso rinterro e spinta terre				
angolo curva	=	45		
pressione collaudo (bar)	=	6		
DN tubo (mm)	=	125		
Tipo Terreno (RR, TV, SA, AR)	=	sa		
altezza di rinterro (m)	=	0.9		
profondità scavo base tubazione (m)	=	1.025		
ν_s	=	coefficiente sicurezza scorrimento blocco	=	1.25
$1/S*[S_p + f(G_b)]$	=	ν_s	=	1.96
S	=	spinta idraulica (N)	=	7478.87
S_p	=	spinta passiva terreno (N)	=	13031.59
$f(G_b)$	=	reazione attrito terreno (N)	=	1607.86
ϕ	=	peso specifico terreno (N/m ³)	=	19600
λ_p	=	coefficiente spinta passiva	=	3.00
H_2	=	profondità piano appoggio blocco (m)	=	1.30
h	=	altezza blocco (m)	=	0.40
(h-DN)/2	=	prof piano appoggio blocco - profondità scavo base tubazione	=	0.28
f	=	coefficiente attrito cls-terreno [$\tan (0.9*\phi)$]	=	0.51
ϕ	=	angolo attrito interno terreno	=	0.52
peso specifico cls (kg/m ³)	=	2300		
VOLUME BLOCCO (m ³)	=	0.14		
PESO BLOCCO (t) - G_b -	=	0.32		
L	=	base maggiore blocco (m)	=	0.70
h	=	altezza blocco (m)	=	0.40
h_1	=	profondità blocco (m)	=	0.70
L_1	=	base minore blocco (m)	=	0.30
Verifica ribaltamento				
y_G	=	baricentro blocco (m)	=	0.303
M_{stab}	=	momento stabilizzante (Nm)	=	957
K_p	=	coeff equilibrio limite superiore	=	2.99
H_{reaz}	=	altezza reazione terreno (m)	=	0.26
H_{is}	=	altezza spinta idraulica (m)	=	0.34
$B = (H_{is} - H_{reaz})$	=	disassamento spinta idraulica - reazione terreno	=	0.07688
M_{rib}	=	momento ribaltante (Nm)	=	575
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$	=	VERIFICA RIBALTAMENTO	=	1.66
Verifica resistenza calcestruzzo (sezione minima di contatto blocco-tubazione)				
l	=	lunghezza minima contatto tubo-blocco (m)	=	0.026
S	=	Spinta idraulica (N)	=	7478.87
σ_{cam}	=	resistenza cls a nn completa maturazione (N/cm ²)	=	200

Tabella 3 - Blocco di ancoraggio tubazioni DN125 - Pc=6 bar - angolo 90°

CALCOLO BLOCCHI D'ANCORAGGIO				
IPOTESI: coesione = 0; considerazione peso rinterro e spinta terre				
angolo curva	=	90		
pressione collaudo (bar)	=	6		
DN tubo (mm)	=	125		
Tipo Terreno (RR, TV, SA, AR)	=	sa		
altezza di rinterro (m)	=	0.9		
profondità scavo base tubazione (m)	=	1.025		
v_s	=	coefficiente sicurezza scorrimento blocco	=	1.25
$1/S*[S_p + f(G_b)]$	=	v_s	=	1.26
S	=	spinta idraulica (N)	=	13819.14
S_p	=	spinta passiva terreno (N)	=	14893.24
$f(G_b)$	=	reazione attrito terreno (N)	=	2526.63
ϕ	=	peso specifico terreno (N/m ³)	=	19600
λ_p	=	coefficiente spinta passiva	=	3.00
H_2	=	profondità piano appoggio blocco (m)	=	1.30
h	=	altezza blocco (m)	=	0.40
(h-DN)/2	=	prof piano appoggio blocco - profondità scavo base tubazione	=	0.28
f	=	coefficiente attrito cls-terreno [$\tan (0.9*\phi)$]	=	0.51
ϕ	=	angolo attrito interno terreno	=	0.52
peso specifico cls (kg/m ³)	=	2300		
VOLUME BLOCCO (m ³)	=	0.22		
PESO BLOCCO (t) - G_b	=	0.51		
L	=	base maggiore blocco (m)	=	0.80
h	=	altezza blocco (m)	=	0.40
h_1	=	profondità blocco (m)	=	1.00
L_1	=	base minore blocco (m)	=	0.30
Verifica ribaltamento				
y_G	=	baricentro blocco (m)	=	0.424
M_{stab}	=	momento stabilizzante (Nm)	=	2104
K_p	=	coeff equilibrio limite superiore	=	2.99
H_{reaz}	=	altezza reazione terreno (m)	=	0.26
H_{is}	=	altezza spinta idraulica (m)	=	0.34
$B = (H_{is} - H_{reaz})$	=	disassamento spinta idraulica - reazione terreno	=	0.07688
M_{rib}	=	momento ribaltante (Nm)	=	1062
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$	=	VERIFICA RIBALTAMENTO	=	1.98
Verifica resistenza calcestruzzo (sezione minima di contatto blocco-tubazione)				
l	=	lunghezza minima contatto tubo-blocco (m)	=	0.048
S	=	Spinta idraulica (N)	=	13819.14
σ_{cam}	=	resistenza cls a nn completa maturazione (N/cm ²)	=	200

Tabella 4 - Blocco di ancoraggio tubazioni DN200 - Pc=12 bar - angolo 22°30'

CALCOLO BLOCCHI D'ANCORAGGIO				
IPOTESI: coesione = 0; considerazione peso rinterro e spinta terre				
angolo curva	=	22.5		
pressione collaudo (bar)	=	12		
DN tubo (mm)	=	200		
Tipo Terreno (RR, TV, SA, AR)	=	sa		
altezza di rinterro (m)	=	0.9		
profondità scavo base tubazione (m)	=	1.1		
ν_s	=	coefficiente sicurezza scorrimento blocco	=	1.25
$1/S*[S_p + f(G_b)]$	=	ν_s	=	1.61
S	=	spinta idraulica (N)	=	18123.53
S_p	=	spinta passiva terreno (N)	=	25027.14
$f(G_b)$	=	reazione attrito terreno (N)	=	4134.49
ϕ	=	peso specifico terreno (N/m ³)	=	19600
λ_p	=	coefficiente spinta passiva	=	3.00
H_2	=	profondità piano appoggio blocco (m)	=	1.50
h	=	altezza blocco (m)	=	0.60
(h-DN)/2	=	prof piano appoggio blocco - profondità scavo base tubazione	=	0.40
f	=	coefficiente attrito cls-terreno [$\tan (0.9*\phi)$]	=	0.51
ϕ	=	angolo attrito interno terreno	=	0.52
peso specifico cls (kg/m ³)	=	2300		
VOLUME BLOCCO (m ³)	=	0.36		
PESO BLOCCO (t) - G_b -	=	0.83		
L	=	base maggiore blocco (m)	=	0.80
h	=	altezza blocco (m)	=	0.60
h_1	=	profondità blocco (m)	=	1.00
L_1	=	base minore blocco (m)	=	0.40
Verifica ribaltamento				
y_G	=	baricentro blocco (m)	=	0.444
M_{stab}	=	momento stabilizzante (Nm)	=	3606
K_p	=	coeff equilibrio limite superiore	=	2.99
H_{reaz}	=	altezza reazione terreno (m)	=	0.37
H_{is}	=	altezza spinta idraulica (m)	=	0.50
$B = (H_{is} - H_{reaz})$	=	disassamento spinta idraulica - reazione terreno	=	0.12853
M_{rib}	=	momento ribaltante (Nm)	=	2329
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$	=	VERIFICA RIBALTAMENTO	=	1.55
Verifica resistenza calcestruzzo (sezione minima di contatto blocco-tubazione)				
l	=	lunghezza minima contatto tubo-blocco (m)	=	0.041
S	=	Spinta idraulica (N)	=	18123.53
σ_{cam}	=	resistenza cls a nn completa maturazione (N/cm ²)	=	200

Tabella 5 - Blocco di ancoraggio tubazioni DN200 - Pc=12 bar - angolo 45°

CALCOLO BLOCCHI D'ANCORAGGIO				
IPOTESI: coesione = 0; considerazione peso rinterro e spinta terre				
angolo curva	=	45		
pressione collaudo (bar)	=	12		
DN tubo (mm)	=	200		
Tipo Terreno (RR, TV, SA, AR)	=	sa		
altezza di rinterro (m)	=	0.9		
profondità scavo base tubazione (m)	=	1.1		
ν_s	=	coefficiente sicurezza scorrimento blocco	=	1.25
$1/S*[S_p + f(G_b)]$	=	ν_s	=	1.44
S	=	spinta idraulica (N)	=	35550.58
S_p	=	spinta passiva terreno (N)	=	43797.49
$f(G_b)$	=	reazione attrito terreno (N)	=	7442.09
ϕ	=	peso specifico terreno (N/m ³)	=	19600
λ_p	=	coefficiente spinta passiva	=	3.00
H_2	=	profondità piano appoggio blocco (m)	=	1.50
h	=	altezza blocco (m)	=	0.60
(h-DN)/2	=	prof piano appoggio blocco - profondità scavo base tubazione	=	0.40
f	=	coefficiente attrito cls-terreno [$\tan (0.9*\phi)$]	=	0.51
ϕ	=	angolo attrito interno terreno	=	0.52
peso specifico cls (kg/m ³)	=	2300		
VOLUME BLOCCO (m ³)	=	0.65		
PESO BLOCCO (t) - G_b -	=	1.49		
L	=	base maggiore blocco (m)	=	1.40
h	=	altezza blocco (m)	=	0.60
h_1	=	profondità blocco (m)	=	1.20
L_1	=	base minore blocco (m)	=	0.40
Verifica ribaltamento				
y_G	=	baricentro blocco (m)	=	0.489
M_{stab}	=	momento stabilizzante (Nm)	=	7141
K_p	=	coeff equilibrio limite superiore	=	2.99
H_{reaz}	=	altezza reazione terreno (m)	=	0.37
H_{is}	=	altezza spinta idraulica (m)	=	0.50
$B = (H_{is} - H_{reaz})$	=	disassamento spinta idraulica - reazione terreno	=	0.12853
M_{rib}	=	momento ribaltante (Nm)	=	4569
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$	=	VERIFICA RIBALTAMENTO	=	1.56
Verifica resistenza calcestruzzo (sezione minima di contatto blocco-tubazione)				
l	=	lunghezza minima contatto tubo-blocco (m)	=	0.080
S	=	Spinta idraulica (N)	=	35550.58
σ_{cam}	=	resistenza cls a nn completa maturazione (N/cm ²)	=	200

Tabella 6 - Blocco di ancoraggio tubazioni DN200 - Pc=12 bar - angolo 90°

CALCOLO BLOCCHI D'ANCORAGGIO				
IPOTESI: coesione = 0; considerazione peso rinterro e spinta terre				
angolo curva	=	90		
pressione collaudo (bar)	=	12		
DN tubo (mm)	=	200		
Tipo Terreno (RR, TV, SA, AR)	=	sa		
altezza di rinterro (m)	=	0.9		
profondità scavo base tubazione (m)	=	1.1		
ν_s	=	coefficiente sicurezza scorrimento blocco	=	1.25
$1/S*[S_p + f(G_b)]$	=	ν_s	=	1.33
S	=	spinta idraulica (N)	=	65688.91
S_p	=	spinta passiva terreno (N)	=	68824.63
$f(G_b)$	=	reazione attrito terreno (N)	=	18605.22
ϕ	=	peso specifico terreno (N/m ³)	=	19600
λ_p	=	coefficiente spinta passiva	=	3.00
H_2	=	profondità piano appoggio blocco (m)	=	1.50
h	=	altezza blocco (m)	=	0.60
(h-DN)/2	=	prof piano appoggio blocco - profondità scavo base tubazione	=	0.40
f	=	coefficiente attrito cls-terreno [$\tan (0.9*\phi)$]	=	0.51
ϕ	=	angolo attrito interno terreno	=	0.52
peso specifico cls (kg/m ³)	=	2300		
VOLUME BLOCCO (m ³)	=	1.62		
PESO BLOCCO (t) - G_b -	=	3.73		
L	=	base maggiore blocco (m)	=	2.20
h	=	altezza blocco (m)	=	0.60
h_1	=	profondità blocco (m)	=	1.80
L_1	=	base minore blocco (m)	=	0.80
Verifica ribaltamento				
y_G	=	baricentro blocco (m)	=	0.760
M_{stab}	=	momento stabilizzante (Nm)	=	27751
K_p	=	coeff equilibrio limite superiore	=	2.99
H_{reaz}	=	altezza reazione terreno (m)	=	0.37
H_{is}	=	altezza spinta idraulica (m)	=	0.50
$B = (H_{is} - H_{reaz})$	=	disassamento spinta idraulica - reazione terreno	=	0.12853
M_{rib}	=	momento ribaltante (Nm)	=	8443
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$	=	VERIFICA RIBALTAMENTO	=	3.29
Verifica resistenza calcestruzzo (sezione minima di contatto blocco-tubazione)				
l	=	lunghezza minima contatto tubo-blocco (m)	=	0.148
S	=	Spinta idraulica (N)	=	65688.91
σ_{cam}	=	resistenza cls a nn completa maturazione (N/cm ²)	=	200

Da un punto di vista costruttivo il blocco di ancoraggio verrà realizzato senza cassatura, tramite la realizzazione di uno scavo a sezione ristretta e il getto di calcestruzzo avverrà direttamente contro il terreno per massimizzare l'attrito calcestruzzo-terreno.

6.4 Nuovi idranti di progetto

Gli idranti interferenti degli enti gestori che verranno rimossi sono complessivamente 103. Al fine di continuare ad alimentare gli stessi appezzamenti terrieri, che in alcuni casi verranno separati dalla realizzazione delle viabilità complanari associate, sono previsti complessivamente 114 nuovi idranti di progetto, suddivisi come da tabella seguente.

ENTE GESTORE	NUOVI IDRANTI ALIMENTATI DA ACQUEDOTTO CON SEZIONE TIPOLOGICA SU TERRENO AGRICOLO	NUOVI IDRANTI ALIMENTATI DA ACQUEDOTTO CON SEZIONE TIPOLOGICA SU VIABILITA' COMPLANARE
ARIF	48	21
CONSORZIO	33	12
SUBTOTALE	81	33
TOTALE	114	

I particolari costruttivi sono riportati nell'elaborato grafico 000PE01SDP00PC01.

7 Cronoprogramma

Le attività di risoluzione dell'interferenza plano-altimetrica degli acquedotti irrigui con il raddoppio ferroviario saranno eseguite parallelamente alle opere associate al raddoppio ferroviario.

L'input progettuale è che gli acquedotti irrigui di nuova costruzione siano realizzati prima della dismissione dei tratti esistenti, ove possibile.

Le operazioni principali considerate nel cronoprogramma sono fondamentalmente di movimento terra, realizzazione blocchi di ancoraggio, posa di elementi prefabbricati (quali pozzetti) e chiusini, installazione di valvole vario, fornitura e posa di tubazioni e conferimento a discarica.

Per quanto riguarda le operazioni di scavo e rinterro, è stata considerata una produttività di circa 30 mc/h mentre per la fornitura e posa delle tubazioni è stato considerata una produttività pari a 10 ml/ora.

Le lavorazioni di scavo per la realizzazione delle sezioni correnti risultano più veloci rispetto alla fornitura e posa delle tubazioni: nel cronoprogramma sono evidenziate delle interruzioni intermittenti degli scavi, per indicare che le lavorazioni andranno eseguite per tratte finite, considerando sequenzialmente quindi scavi, esecuzione dei blocchi d'ancoraggio, fornitura e posa di pozzetti e tubazioni, rinterri.

Una volta completate le nuove reti inizieranno le operazioni di rimozione delle tubazioni esistenti, e di alimentazione alla nuova rete acquedottistica.

Il funzionamento delle reti acquedottistiche è strettamente correlato con la reti esistenti a cui avranno esito le nuove tratte realizzate: in questo senso saranno utili i due misuratori di portata elettromagnetici al fine di verificare il corretto funzionamento delle nuove reti.