

CUP: E32G11000200005

FSC 2014-2020 "Patto per lo sviluppo della Regione Puglia"

## PROGETTO DEFINITIVO

### LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ACQUEDOTTO DEL LOCONE - II LOTTO - DAL TORRINO DI BARLETTA AL SERBATOIO DI BARI-MODUGNO

Il Responsabile del Procedimento

*ing. Massimo Pellegrini*

#### PROGETTAZIONE

Progettisti

*ing. Michelangelo GUASTAMACCHIA (Responsabile del progetto)*

*ing. Tommaso DI LERNIA*

*ing. Rosario ESPOSITO*

*ing. M. Alessandro SALIOLA*

*geom. Pietro SIMONE*

*geom. Giuseppe VALENTINO*

Il Responsabile Ingegneria di Progettazione

*ing. Massimo PELLEGRINI*



acquedotto pugliese  
l'acqua, bene comune  
Direzione Ingegneria

Il Direttore

*ing. Andrea VOLPE*

Elaborato

**D.1**

**Relazione generale**

Codice Intervento P1063

Codice SAP: 21/10993

Prot. N. 0093292

Data 25/11/2019

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
00	NOV.2019	Emesso per PROGETTO DEFINITIVO	/	/	/

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ATTUALI SCHEMI IDRICI.....</b>	<b>6</b>
2.1. LO SCHEMA IDRICO OFANTO.....	6
2.2. LO SCHEMA IDRICO POTABILE DEL LOCONE.....	8
2.2.1. <i>Generalità</i> .....	8
2.2.2. <i>La condotta premente del Locone</i> .....	8
2.2.3. <i>I Lotto dell'Acquedotto Locone a gravità</i> .....	9
<b>3. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI.....</b>	<b>11</b>
<b>4. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI GENERALI .....</b>	<b>13</b>
<b>5. SISMICITA' DELL'AREA .....</b>	<b>14</b>
<b>6. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE.....</b>	<b>16</b>
6.1. INDAGINI GEOFISICHE RE.MI. (REFRACTION MICROTREMOR) .....	17
<b>7. MODELLAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>21</b>
7.1. MODELLO GEOTECNICO.....	22
<b>8. RILIEVO TOPOGRAFICO .....</b>	<b>24</b>
8.1. RILIEVO GENERALE E RILIEVO DEI SOTTOSERVIZI .....	24
8.2. RILIEVO GEORADAR.....	26
<b>9. INTERVENTO IN PROGETTO.....</b>	<b>28</b>
9.1. OBIETTIVI DELL'INTERVENTO .....	28
9.1.1. <i>Interconnessione idraulica</i> .....	28
9.1.2. <i>Risparmi energetici e gestionali e benefici ambientali</i> .....	31
9.1.3. <i>Alimentazione alternativa/integrativa</i> .....	32
9.2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	35
9.3. PRINCIPALI OPERE PREVISTE .....	36
9.3.1. <i>Adduttore principale</i> .....	36
9.3.2. <i>Derivazioni</i> .....	37
9.4. DESCRIZIONE DEI TRACCIATI.....	37
9.4.1. <i>Tracciato dell'adduttore principale</i> .....	37
9.4.2. <i>Tracciato delle diramazioni</i> .....	39
9.5. IL TORRINO DI MOLFETTA.....	43
9.5.1. <i>Dimensionamento condotta di scarico del torrino</i> .....	47
9.5.2. <i>Dimensionamento di massima della trincea disperdente</i> .....	47
9.6. MANUFATTI DI LINEA .....	49
9.6.1. <i>Partenza dal torrino di Barletta</i> .....	49
9.6.2. <i>Scarichi</i> .....	49
9.6.3. <i>Sfiati</i> .....	50
9.6.4. <i>Prese in carico</i> .....	52
9.6.5. <i>Arrivo al serbatoio di Bari-Modugno</i> .....	53
9.6.6. <i>Vasca di trattamento delle acque di lavaggio</i> .....	53
<b>10. CENSIMENTO ED IPOTESI DI SOLUZIONE DELLE INTERFERENZE .....</b>	<b>59</b>

<b>10.1.</b>	<b>ENTI INTERFERENTI .....</b>	<b>59</b>
<b>10.2.</b>	<b>INDIVIDUAZIONE ATTRAVERSAMENTI ED INTERFERENZE: .....</b>	<b>62</b>
<b>10.3.</b>	<b>ATTRAVERSAMENTI NO DIG .....</b>	<b>64</b>
<b>10.3.1.</b>	<b><i>Attraversamento Ferroviario .....</i></b>	<b><i>64</i></b>
<b>10.3.2.</b>	<b><i>Attraversamenti autostradali .....</i></b>	<b><i>64</i></b>
<b>10.3.3.</b>	<b><i>Attraversamenti Strade Provinciali .....</i></b>	<b><i>65</i></b>
<b>10.3.4.</b>	<b><i>Verifica idraulica dei tubi di protezione .....</i></b>	<b><i>67</i></b>
<b>10.3.5.</b>	<b><i>Attraversamenti lame con no-dig .....</i></b>	<b><i>68</i></b>
<b>11.</b>	<b>SCHEMI DI FUNZIONAMENTO.....</b>	<b>74</b>
<b>12.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PRELIMINARE.....</b>	<b>77</b>
<b>13.</b>	<b>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA.....</b>	<b>78</b>
<b>14.</b>	<b>MATERIALI, MODALITA' DI SCAVO, POSA IN OPERA E RINTERRO DELLE TUBAZIONI.....</b>	<b>84</b>
<b>14.1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>84</b>
<b>14.2.</b>	<b>TIPOLOGIA DELLE TUBAZIONI UTILIZZATE .....</b>	<b>84</b>
<b>14.3.</b>	<b>MODALITÀ DI SCAVO, POSA IN OPERA E RINTERRO: .....</b>	<b>84</b>
<b>15.</b>	<b>VERIFICA STATICA DELLE TUBAZIONI.....</b>	<b>86</b>
<b>16.</b>	<b>RELAZIONE PAESAGGISTICA, STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE, PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E PIANO DI UTILIZZO.....</b>	<b>89</b>
<b>16.1.</b>	<b>RELAZIONE PAESAGGISTICA .....</b>	<b>89</b>
<b>16.2.</b>	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE .....</b>	<b>90</b>
<b>16.3.</b>	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>91</b>
<b>16.4.</b>	<b>PIANO DI UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>92</b>
<b>17.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....</b>	<b>94</b>
<b>18.</b>	<b>STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO.....</b>	<b>96</b>
<b>19.</b>	<b>ESITO DI ACCERTAMENTI SPECIALISTICI DI NATURA AGRONOMICA ED ARCHEOLOGICA .....</b>	<b>98</b>
<b>19.1.</b>	<b>RELAZIONE AGRONOMICA .....</b>	<b>98</b>
<b>19.2.</b>	<b>RELAZIONE ACHEOLOGICA .....</b>	<b>99</b>
<b>20.</b>	<b>EVENTUALI RINVENIMENTI DI ORDIGNI BELLICI.....</b>	<b>101</b>
<b>21.</b>	<b>IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA .....</b>	<b>103</b>
<b>21.1.</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DA PROTEGGERE.....</b>	<b>103</b>
<b>21.2.</b>	<b>NUMERO DI PUNTI DI ALIMENTAZIONE – SEZIONAMENTO ELETTRICO</b>	<b>104</b>
<b>21.3.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI DISPERSORI .....</b>	<b>104</b>
<b>21.4.</b>	<b>SEZIONAMENTI ELETTRICI.....</b>	<b>104</b>
<b>21.5.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO, UBICAZIONE DEGLI ORGANI DI PROTEZIONE.....</b>	<b>105</b>
<b>22.</b>	<b>IMPIANTO ELETTRICO E TELECONTROLLO.....</b>	<b>106</b>
<b>23.</b>	<b>COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA .....</b>	<b>111</b>
<b>23.1.</b>	<b>INTERFERENZE PARALLELE ALLA CONDOTTA LOCONE II LOTTO.....</b>	<b>111</b>

<b>23.2.</b>	<b>INTERFERENZE PERPENDICOLARI ALLA CONDOTTA LOCONE II LOTTO</b>	<b>111</b>
<b>23.3.</b>	<b>METODO DI CALCOLO</b>	<b>111</b>
<b>24.</b>	<b>DISPONIBILITA' DELLE AREE: ESPROPRIAZIONI ED OCCUPAZIONE TEMPORANEA</b>	<b>114</b>
<b>25.</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE</b>	<b>116</b>
<b>26.</b>	<b>INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO</b>	<b>117</b>
<b>27.</b>	<b>CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA</b>	<b>118</b>
<b>28.</b>	<b>STIMA SOMMARIA DEI COSTI DELLA SICUREZZA</b>	<b>119</b>
<b>29.</b>	<b>QUADRO ECONOMICO</b>	<b>120</b>
<b>30.</b>	<b>TABELLA DELLE CORRISPONDENZE TRA ELABORATI DEL PFTE E QUELLI DEL PD</b>	<b>121</b>

## 1. PREMESSA

L'Autorità Idrica Pugliese (AIP) è stata istituita dalla Legge Regionale n. 9 del 30 maggio 2011, la quale le ha attribuito tutte le funzioni ed i compiti già assegnati all'Autorità d'Ambito dell'ATO Puglia (AATO) per la gestione del Servizio Idrico Integrato (SII) nel territorio pugliese.

Con Deliberazione del Consiglio Direttivo n. 20 del 1 luglio 2014, l'AIP ha approvato l'aggiornamento del programma degli interventi (PdI) relativi a SII, di cui all'allegato 1 alla suddetta Deliberazione, che, ai sensi dell'art. 159 del D.Lgs.152/2006, costituisce uno stralcio del Piano d'Ambito dell'Ambito Territoriale Ottimale Puglia (PdA) per il periodo 2010-2018 (il quale ha aggiornato e sostituito il precedente adottato il 30 settembre 2002, che invece ha rappresentato il riferimento per gli anni dal 2003 al 2009).

Il Piano in argomento, riferito al quadriennio 2014-2017, in accordo con gli obiettivi definiti nella prossima programmazione Comunitaria 2014-2020, individua una serie di interventi che hanno l'obiettivo di:

- adeguare e potenziare il sistema fognario-depurativo;
- ridurre le perdite in rete;
- adeguare e potenziare il sistema interconnesso di approvvigionamento idrico.

In merito a quest'ultimo obiettivo, tra gli interventi ricompresi nella sotto-area "*Criticità di approvvigionamento idrico (captazione e adduzione)*" ci sono anche quelli la cui realizzazione è finalizzata, sia al potenziamento delle infrastrutture esistenti, con l'obiettivo di assicurare gli standard stabiliti dal PdA in termini di dotazione idriche giornaliere, sia alla realizzazione delle interconnessioni e/o all'estensione della rete di adduzione di tutta la Regione Puglia, per garantire una migliore flessibilità di gestione e per fronteggiare criticità specifiche delle fonti di approvvigionamento e/o delle opere di trasporto.

Tra gli interventi di cui sopra è presente quello denominato P1063 - *Acquedotto del Locone - Completamento dell'Acquedotto del Locone - II Lotto - (Dal torrino di Barletta al serbatoio di Bari - Modugno (100.000 mc))* che la presente relazione illustra.

Si rappresenta, inoltre, che il suddetto progetto è stato esaminato nel documento di "*Valutazione degli impatti economici connessi alla realizzazione di possibili opere integrative per l'approvvigionamento idrico-potabile del territorio pugliese, e pertinenti risvolti sociali*" (allegato allo Studio di Fattibilità "Bilancio Idrico Potabile", di cui alla Convenzione tra la Regione Puglia e l'Autorità di Bacino della Puglia stipulata in data 5/8/2008 - Accordo di Programma Quadro in materia

di Studi di Fattibilità finanziato con risorse della Delibera CIPE n. 35/2005 sottoscritto in data 18/12/2007).

Tale documento ha evidenziato che i benefici incrementali ottenuti con il completamento dell'Acquedotto del Locone, con riferimento al solo *rinforzo* delle condotte esistenti (*acquedotto denominato Andria- Bari*), sono sufficienti per giustificare l'intervento, indipendentemente dagli altri effetti positivi aggiuntivi di cui si parlerà in seguito.

L'intervento in argomento, originariamente finanziato con fondi interamente a carico dei proventi tariffari per la sola progettazione preliminare e definitiva (programma degli interventi approvato con la Deliberazione n. 20/2014 del Consiglio Direttivo dell'AIP), è stato successivamente finanziato a *vita itera* con:

- le risorse economiche rese disponibili per la linea 2.1 del Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 - Patto per La Puglia (di cui DGR n. 1714/2017 e ss.mm.ii.) per un'aliquota pari a €. 65.300.000,00;
- i proventi tariffari per un'aliquota pari a €. 14.000.000,00.

La stesura del progetto definitivo è stata redatta dall'Area Ingegneria di Progettazione della Direzione Ingegneria di Acquedotto Pugliese S.p.A.

## 2. ATTUALI SCHEMI IDRICI

### 2.1. LO SCHEMA IDRICO OFANTO

L'invaso del Locone, situato nel territorio di Minervino Murge (BT), fa parte di un complesso sistema idrico primario denominato Schema idrico "Ofanto", costituito da risorse idriche tutte superficiali, che interessa i territori delle Regioni Campania, Basilicata e Puglia. Oltre al lago artificiale del Locone, lo schema, di interesse interregionale, comprende anche i seguenti ulteriori invasi principali:

- Conza e Osento in Campania (Conza della Campania, Monteverde);
- Rendina in Basilicata (Lavello);
- Marana Capacciotti in Puglia (Cerignola);

oltre una grande traversa di derivazione realizzata sull'asta principale del fiume (Traversa di Santa Venere), fondamentale nodo idraulico delle risorse dell'Ofanto - ubicata in località Ponte Santa Venere (Rocchetta S. Antonio), al confine tra Puglia e Basilicata - che regola in gran parte il suddetto complesso ed esteso schema idrico. Dalla Traversa di Santa Venere, tramite un sistema di adduzione ed un tripartitore, le acque intercettate vengono convogliate, prevalentemente nel periodo invernale, agli invasi di Rendina, Marana Capacciotti e Locone. Il sistema di adduzione principale, che presenta una lunghezza complessiva di circa 86 Km, insiste per circa 55 Km su territorio lucano e circa 31 Km su quello pugliese. Le risorse idriche che alimentano lo schema Ofanto vengono attualmente utilizzate per i fabbisogni potabili, irrigui ed industriali dei territori lucani del medio e basso Ofanto, nonché di parte della Puglia. Il lago artificiale del Locone, sito nella parte bassa del bacino del fiume Ofanto, è un vaso con una diga in terra battuta, con una capacità massima di accumulo di 105,00 Mmc. Poiché la disponibilità effettiva del bacino idrografico del torrente Locone è limitata, come già accennato, questa viene integrata, sino al raggiungimento della capacità utile d'invaso, dalle acque provenienti dall'invaso di Conza sul fiume Ofanto, rilasciate in alveo per la necessaria regolazione e captate dalla Traversa di Santa Venere per essere trasportate alla diga per mezzo:

- dell'adduttore Santa Venere - Locone: un canale a pelo libero lungo 7 km, con una capacità di trasporto pari a 12 mc/s, fino al tripartitore gestito dall'Ente Irrigazione;
- dell'adduttore, dal tripartitore all'invaso del Locone, per una lunghezza di 37 km.

Dal tripartitore partono anche le opere di adduzione a servizio degli invasi del Rendina e Marana Capacciotti (vedi Fig. 2.1).

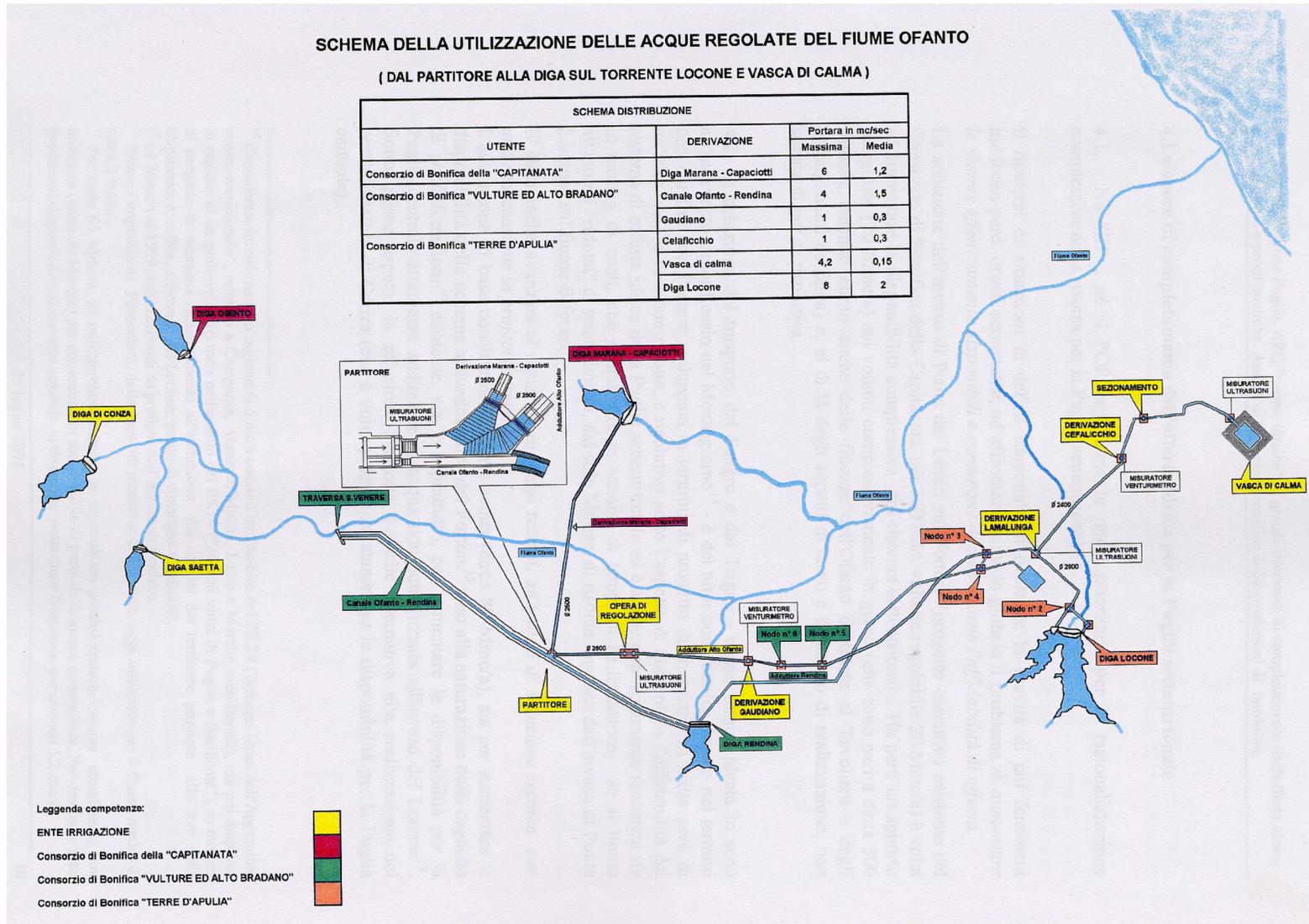


Fig. 2.1 – Schema della utilizzazione delle acque del fiume Ofanto

## **2.2. LO SCHEMA IDRICO POTABILE DEL LOCONE**

### **2.2.1. Generalità**

L'acquedotto del Locone, in considerazione del rapido incremento dei fabbisogni idrici della Regione Puglia, secondo le originarie impostazioni progettuali, ha la finalità precipua d'integrare gli acquedotti a servizio dei comuni della fascia costiera del Nord-Barese e del capoluogo (ivi compresi quelli della provincia BAT).

Lo schema Locone, così definito, è quindi rappresentato dalla condotta che dall'invaso raggiunge l'omonimo presidio di potabilizzazione e dalla condotta "maestra" a gravità, che dallo stesso potabilizzatore raggiunge attualmente il torrino in corrispondenza di Barletta e che, con l'attuazione dell'opera di cui al presente progetto di realizzazione del II lotto funzionale, raggiungerà il Serbatoio di Bari - lato Modugno, dopo aver alimentato - in derivazione dalla condotta adduttrice principale - gli abitati della fascia litoranea BAT e Nord Barese.

Le acque prelevate dall'invaso del Locone vengono potabilizzate nell'impianto omonimo ubicato a valle della diga in contrada "Lamalunga" in agro di Minervino Murge (BT), la cui potenzialità produttiva massima di progetto è di 1.800 l/s.

Il volume idrico proveniente dall'invaso del Locone immesso nel sistema acquedottistico pugliese negli ultimi anni è di circa 34 Mmc/anno, corrispondente ad una portata media annua pari a circa 1.100 l/s. Per compensare le richieste idrico-potabili regionali (luglio-agosto), l'impianto ha fornito punte di portata anche di circa 1.400 l/s.

Secondo quanto stabilito dalla *Rimodulazione del Piano d'Ambito della Regione Puglia* tale volume, una volta realizzati ed avviati all'esercizio tutti gli interventi da questa previsti, si dovrà attestare intorno a 25 Mmc, pari a circa 795 l/s. Attualmente le acque potabilizzate del Locone vengono immesse nella rete adduttrice idrica dell'acquedotto pugliese attraverso due condotte:

- la condotta premente che alimenta il nodo idraulico di Monte Carafa posto a quota 330,70 m s.l.m.
- l'acquedotto del Locone a gravità - I lotto, di cui il presente intervento rappresenta il completamento fino al serbatoio di Bari lato Modugno.

### **2.2.2. La condotta premente del Locone**

La condotta premente del Locone fu realizzata negli anni '90 in tubazioni di acciaio del diametro del DN 1600 mm.

Il sollevamento dell'acqua del Locone avviene nell'impianto di pompaggio ubicato subito a valle del serbatoio di testata, a servizio del presidio di potabilizzazione, della capacità di accumulo di 28.000 mc. Lo stesso impianto di sollevamento si compone di due gruppi di pompaggio, ciascuno con prevalenza di circa 200 m, così costituiti:

- n. 4 elettropompe da 500 l/s, installate in parallelo, di cui una di riserva;
- n. 3 elettropompe da 300 l/s, installate in parallelo, di cui una di riserva.

A regime l'impianto di spinta è capace di sollevare una portata di circa 1,3 mc/s, elevabile, in regime di emergenza, a 2,1 mc/s.

La condotta premente si sviluppa per una lunghezza di 12.950 m e alimenta il nodo idrico di Monte Carafa dove termina anche l'acquedotto dell'Ofanto.

### **2.2.3. I Lotto dell'Acquedotto Locone a gravità**

Il I Lotto dell'Acquedotto del Locone a gravità è entrato in esercizio nel 2009 e, attualmente, alimenta il solo abitato di Barletta (BT). Tale adduttore è stato progettato, nell'anno 2004, nel rispetto delle indicazioni del Piano d'Ambito allora vigente (settembre 2002) e delle programmazioni AQP (in vigore all'epoca) per convogliare, nella condizione di esercizio più gravosa, una portata di 650 l/s nel primo tratto, fino cioè alla "vasca di Canosa" e 1.500 l/s nel secondo tratto, compreso tra quest'ultima ed il torrino di Barletta, in considerazione del contributo degli schemi idrici foggiani (Acquedotto del Fortore).

Nella situazione di esercizio ottimale il valore della portata massima derivabile a gravità dall'impianto del Locone può arrivare a circa 970 l/s. L'acquedotto ha origine dal serbatoio di testata dell'impianto di potabilizzazione del Locone e termina nel torrino di Barletta, da cui viene alimentato il nuovo serbatoio dell'abitato, per una lunghezza complessiva di circa 36,7 km.

Lungo la linea è stata realizzata un'opera di disconnessione idraulica, denominata "vasca di Canosa", che rappresenta il nodo strategico del sistema di interconnessione degli schemi Ofanto - Locone e Fortore, di cui si parlerà in seguito. L'adduttore è stato realizzato con tubazioni in acciaio con giunto a bicchiere sferico saldato, con diametro del DN 1200 nel primo tratto fino alla vasca di sconnessione di Canosa, per una lunghezza di circa 18,2 km, e del DN 1600 per circa 18,5 km fino al torrino di Barletta.

Nella Fig. 2.2 seguente, relativamente alla "Grande adduzione, approvvigionamento e distribuzione primaria" di Acquedotto Pugliese S.p.A., si riporta uno stralcio dello Schema generale di distribuzione adduttori principali – grandi serbatoi – interconnessioni, integrato con la nuova opera "Locone II lotto" di cui al presente progetto redatto in forma preliminare.

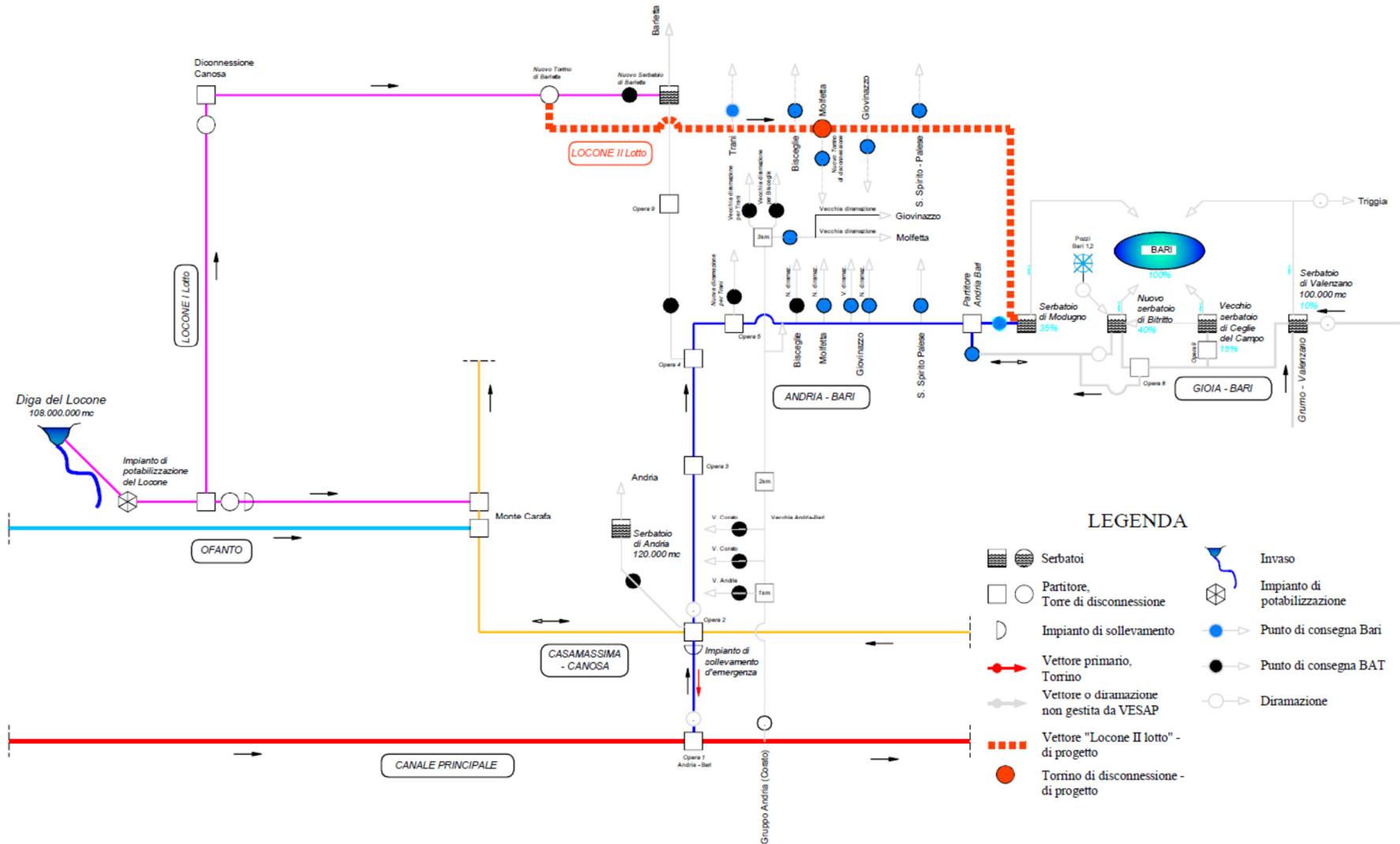


Fig. 2.2 - Schema generale di distribuzione adduttori principali – interconnessioni (stralcio)

### 3. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area d'intervento si rimanda allo studio geologico allegato al presente progetto (elaborato D.2 “*Relazione geologica e sezione eologica*”), integrato con indagini geognostiche puntuali.

Le aree coinvolte nel Progetto P1063 rientrano nei Fogli n° 176 “Barletta” e n° 177 “Bari” della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. In entrambi i Fogli “Bari” e “Barletta” affiorano i termini di una potente serie sedimentaria denominata “Calcari delle Murge”. Questi rappresentano un complesso calcareo e calcareo-dolomitico, di età cretacea, sedimentario, prevalentemente detritico e ben stratificato, di potente spessore. Al basamento calcareo e calcareo-dolomitico di età cretacea risultano sovrapposti depositi trasgressivi quaternari prevalentemente marini. I sedimenti mesozoici sono rappresentati da calcari bioclastici e dolomitici in assetto monoclinale con pieghe blande a largo raggio con direzione prevalentemente WNW-ESE e inclinazione verso NNE.

L'opera prevista nel presente progetto, che si sviluppa in direzione NW - SE ad una distanza variabile da 3,2 a 8,5 km dalla costa, ricade nei territori di Barletta, Andria, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Bitonto. L'areale, è caratterizzato, come detto, da una potente serie carbonatica di età cretacea (Calcari di Bari) costituita da calcari bioclastici, micritici e dolomitici e da plaghe isolate di depositi pleistocenici trasgressivi. La configurazione geologica di questa parte del territorio murgiano non si discosta molto dallo schema geologico regionale per quanto riguarda i rapporti intercorrenti tra le diverse *litofacies*. Nello specifico, le unità litostratigrafiche, che affiorano nei siti di interesse e nelle aree contermini, sono costituite, dalle più antiche alle più recenti:

- a) Calcari di Bari ( $C^{7-3}$ );
- b) Calcareniti di Gravina o Tufi delle Murge ( $Q_c^{ca}$ );
- c) Depositi alluvionali ( $Af$ ).

La formazione del “Calcari di Bari” (indicata con il simbolo  $C^{7-4}$  nella Carta Geologica d'Italia) costituisce l'ossatura di tutto l'altopiano delle Murge e rappresenta il “*bed-rock*” locale formato da una sequenza di calcari detritici compatti e ben stratificati, spessi a grana fine o microcristallina, che nella parte più alta della successione si presentano lastriformi (calcari a “chiancarelle”); si rinvencono, spesso, anche calcari dolomitici e dolomie con livelli di breccia calcareo-dolomitica a cemento dolomitico; non di rado si trovano cavità carsiche riempite di terra rossa che rappresenta il residuo insolubile dei processi di dissoluzione di queste rocce calcaree. L'assetto strutturale della serie calcarea è in generale a monoclinale, con leggere inclinazioni verso

l'attuale linea di costa. A tratti è possibile notare un diverso assetto geometrico della successione carbonatica imputabile ad episodi compressivi o di trazione.

Le dolomie ed i calcari si presentano in strati o in banchi, ripetutamente laminati, con diffuse cariatature da dissoluzione. Il fenomeno carsico è diffuso e si sviluppa con intensità diversa in superficie ed in profondità. Le cavità presentano forma e dimensioni varie; le più comuni sono da interstrato e da frattura, spesso sono parzialmente o interamente riempite da terra rossa.

Pertanto, in considerazione della caratterizzazione geologica e morfologica sopra descritta, in generale sono da escludersi in tutte le aree interessate dal tracciato prescelto problematiche particolari quali fenomeni franosi ed instabilità dei versanti. Le uniche insidie possono essere rappresentate dalle forme carsiche epigee ed ipogee, quali doline, inghiottitoi e cavità spesso riempite di terra rossa, che si rinvergono, talora, all'interno della formazione del Calcere di Bari.

I "Depositi Alluvionali" si trovano in corrispondenza di solchi erosivi. Si tratta di depositi terrosi e ciottolosi di esiguo spessore derivanti dal disfacimento dei terreni rocciosi esistenti a monte. Questi depositi sono presenti in genere lungo le lame con spessori variabili.

I caratteri morfologici del territorio in studio richiamano il motivo caratteristico di questa porzione di area murgiana, rappresentato da una serie di terrazzi marini, posti a quote via via più basse verso l'Adriatico, modellati durante le fasi di temporaneo stazionamento della linea di riva, verificatesi durante il graduale ritiro del mare nel Pleistocene sui calcarei cretacei. Sulle spianate di abrasione marina e sulle scarpate dei terrazzi sono visibili i segni del ruscellamento superficiale rappresentati da ampi solchi erosivi comunemente chiamati "lame". Tali solchi rappresentano tutt'oggi i naturali impluvi ove gli episodi di ruscellamento sul fondo si verificano solo nei periodi particolarmente piovosi. In generale lo schema tettonico dei Fogli 177 "Bari" e 176 "Barletta", per la zona di interesse, si presenta caratterizzato da una struttura a pieghe blande, ad assi prevalentemente orientati da est ad ovest. Vi sono anche svariati sistemi di faglia ad andamento appenninico e antiappenninico.

**La condotta dell'acquedotto del Locone interesserà la formazione del "Calcere di Bari" lungo tutto il tracciato di progetto a partire dal torrino di Barletta sino al serbatoio di Modugno.**

Dal punto di vista geomorfologico, il tracciato previsto è caratterizzato dalla presenza di zone pianeggianti e sub-pianeggianti con un andamento planimetrico più o meno costante con quote variabili dai 106 ai 71 metri s.l.m.m. che degradano dolcemente verso la linea di costa.

## 4. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI GENERALI

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame appartiene alla vasta area murgiana caratterizzata dalla presenza di una potente falda denominata “profonda” contenuta nella formazione calcareo-dolomitica del Mesozoico, permeabile per fratturazione e carsismo.

La irregolare distribuzione del grado di fratturazione e di carsificazione, legata alla variabilità delle *litofacies* carbonatiche presenti, unitamente alla presenza di “terre rosse”, conferisce all'acquifero una tipica forte anisotropia idrogeologica, sicché le caratteristiche di alimentazione e di deflusso di detta falda variano notevolmente da luogo a luogo.

La falda viene alimentata da un'aliquota delle precipitazioni del semestre autunno/inverno, incidenti sull'intero territorio murgiano. L'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo, avviene sia in forma concentrata, ove la presenza di forme carsiche superficiali collegate con il sistema drenante ipogeo permette la rapida infiltrazione nel sottosuolo attraverso vore o inghiottitoi, sia diffusa, quando nel sottosuolo esistono riempimenti di “terra rossa” oppure il grado di fratturazione è poco sviluppato. Gli stessi caratteri di forte anisotropia dell'acquifero, specie quelli relativi alla distribuzione dei caratteri di permeabilità, condizionano le quote di rinvenimento della falda: talvolta essa circola a pelo libero, talvolta in pressione al di sotto di orizzonti calcareo-dolomitici (*litofacies* di ambiente cotidale-lagunare) che inibiscono il fenomeno carsico e sono praticamente impermeabili.

La falda profonda ha come livello di base l'orizzonte marino ed è sostenuta dall'acqua di mare di invasione continentale. A causa dell'esistenza di una zona di diffusione salina tra acqua dolce ed acqua di mare e delle oscillazioni stagionali della superficie piezometrica, la superficie di fondo della falda è definita e variabile.

Il reticolo idrografico superficiale è quasi assente, tuttavia al verificarsi di eventi meteorici eccezionali per durata ed intensità, il deflusso superficiale tende a prodursi in modo concentrato. Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, individua, per l'area in esame, una quota di attestazione della falda “profonda” media compresa 1 e 25 metri s.l.m. Considerando le quote medie s.l.m. in corrispondenza degli attraversamenti delle lame da parte della condotta in progetto, si desume come in nessun caso la falda carsica profonda sarà interessata dalle opere in progetto.

## 5. SISMICITA' DELL'AREA

Secondo la macro-classificazione "amministrativa" sismica del territorio italiano, di cui all'OPCM 3274 s.m.i., i comuni interessati dalle opere in progetto ricadono nelle seguenti zone (DGR. n.153 del 02/03/04):

- Barletta - zona 2
- Andria - zona 3
- Trani - zona 3
- Bisceglie - zona 3
- Molfetta - zona 3
- Giovinazzo - zona 3
- Bitonto - zona 3

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (già dalle NTC08 e finanche le ultime NTC18) superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale.

In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale.

Ai punti del reticolo sono attribuiti i valori di  $a_g$  e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima  $F_0$  e periodo di inizio del tratto a velocità costante  $T^*C$ ).

Le opere sono state progettate con Vita nominale ( $V_N$ ) = 100 anni, Classe d'uso IV. Nel tracciato previsto il terreno è pressoché uniforme e rientra nella categoria di **terreno di tipo A** (come riportato nella "Relazione geologica e sezione geologica") - "*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*" a meno di un unico manufatto (pozzetto) che ricade in categoria di terreno B. Si veda in proposito la relazione geotecnica.

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione che varia da un minimo di  $a_g = 0,1327$  g e un massimo di  $a_g = 0,3326$  g con probabilità di eccedenza del 10% in 100 anni.

Tale valore è riferito ad un periodo di ritorno  $T_R = 1.898$  anni, corrispondente ad una vita nominale dell'opera  $V_N = 100$  anni e ad un coefficiente d'uso  $C_U = 2$  (struttura strategica), parametri legati tra loro dalla seguente formula

$$T_R = -V_R / \log (1-P_{VR}) \text{ dove } V_R = V_N \cdot C_U.$$

Le condizioni topografiche di tutta l'area d'intervento possono essere classificabili, facendo riferimento alle Tabelle 3.2.II e 3.2.IV del D.M. 17/01/08, come categoria **T1**.

## 6. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Allo scopo di determinare il modello geologico e geotecnico dei terreni di fondazione dei nuovi manufatti e delle condotte in progetto, è stata effettuata nel febbraio 2019 una campagna di indagini geognostiche costituita da indagini dirette e indirette eseguita dalle Ditte Apogeo s.r.l., Fiumano Toma Trivellazioni S.r.l., Tecnolab della dott.ssa Caterina Serino e Laboratorio Geo Tecnologico Emiliano S.r.l. con il coordinamento del dott. Geol. Alessandra Locardo.

Le indagini dirette si sono concentrate prevalentemente in corrispondenza delle nuove opere in progetto (torrino di Molfetta, n. 5 camere previste lungo le diramazioni ai serbatoi esistenti), degli attraversamenti di provinciali e autostrada (A14) e delle lame, mentre le indagini geofisiche sono state effettuate sia in corrispondenza delle nuove opere e degli attraversamenti che, a campione, lungo il tracciato del nuovo vettore idrico.

Le ubicazioni dei sondaggi meccanici, le stratigrafie così come i certificati di laboratorio geotecnico e tutte le indagini geofisiche effettuate sono contenute nell'Elaborato "*Indagini geognostiche*" (D 2.1).

La campagna indagini è consistita nell'esecuzione di:

### *INDAGINI GEOFISICHE*

- **n. 81 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P** per la costruzione sismostratigrafica dei terreni, per singoli profili di lunghezza complessiva 75 ml e con 24 geofoni distanti 3 m;
- **n. 52 prospezioni sismiche in onde S per il calcolo dei moduli dinamici e della  $V_{s,eq}$**  (NTC 2018), eseguiti con 24 picchetti a spaziatura di 3 m, per una lunghezza complessiva di 69 m;
- **n. 81 prospezioni geoelettriche** del tipo "**Dipolo Dipolo-Assiale**" e "**Polo-Dipolo**" per la ricostruzione elettrostratigrafica di resistività, con profili di lunghezza 69 ml e con 24 elettrodi;
- **n. 5 prospezioni geoelettriche con profondità di indagine fino a 100 metri**, a 96 elettrodi e secondo le configurazioni "dipolo-dipolo assiale" e "polo-dipolo".

### *INDAGINI GEOGNOSTICHE*

- **n. 29 perforazioni ad andamento verticale** eseguite a rotazione a carotaggio continuo, di diametro 101 mm, fino a profondità di **10 m dal p.c.** e prelievo di n. 1 campione di roccia per ciascun sondaggio a profondità variabili;

- **n. 2 perforazioni ad andamento verticale** eseguite a rotazione a carotaggio continuo, di diametro 101 mm, fino a profondità di **20 m dal p.c.** e prelievo di n. 2 campioni di roccia per ciascun sondaggio a profondità variabili;
- compilazione di modulo stratigrafico per ciascun sondaggio contenente i dati di cantiere, le principali caratteristiche dei materiali attraversati e relativa documentazione fotografica.

#### INDAGINI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

- **n. 39 Point Load Test** (ISRM 1985): prove su campioni di roccia per la determinazione della resistenza al punzonamento delle stesse.
- **n. 4 analisi granulometriche** per setacciatura e sedimentazione eseguite su campioni di terre in corrispondenza delle lame per la determinazione del passante D50.

Si rimanda all'elaborato D.2 "*Relazione Geologica e sezione geologica*" allegato al presente progetto per ulteriori approfondimenti sul sito del nuovo torrino, sul tracciato della condotta, sugli attraversamenti delle provinciali, dell'autostrada A14 e delle lame, nonché sui siti di ubicazione delle 5 camere previste lungo le diramazioni ai serbatoi esistenti (opere meno rilevanti).

#### 6.1. INDAGINI GEOFISICHE RE.MI. (REFRACTION MICROTREMOR)

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio S ( $V_{s,eq}$ ) e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione delle opere in progetto, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018, sono stati eseguiti n. 52 profili RE.MI.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software; a rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di *Rayleigh*), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95÷97%). Alla luce della recente normativa NTC18 è stato introdotto il calcolo di un nuovo parametro, il  $V_{s,eq}$ , in sostituzione del  $V_{s30}$ , ottenuto attraverso la seguente formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

$h_i$  = Spessore in metri dello strato i-esimo  
 $V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato  
 $N$  = Numero di strati  
 $H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec

In tale espressione appare evidente come il calcolo delle velocità sismiche di taglio non si riferisce più necessariamente alla profondità di 30m, ma alla reale profondità del *bedrock*, ovvero, alla profondità di quella formazione rocciosa o terreno molto rigido, caratterizzato da  $V_s$  non inferiore a

800m/s, pertanto la profondità del bedrock varierà di volta in volta a seconda dell'assetto geologico del sottosuolo. Da tale stima il sottosuolo investigato viene classificato in una delle categorie definite dalle NTC 2018.

In quasi tutti i punti di misura, le indagini RE.MI svolte, hanno evidenziato che il *bedrock* sismico o suolo rigido ovvero suolo caratterizzato da valori di  $V_{s,eq} > 800$  m/s, tenendo conto che per la posa della condotta sarà necessario effettuare degli scavi, è presente già a partire da una profondità compresa tra 0.50m e 3.0m dal piano campagna.

Pertanto in tutti questi casi non occorre calcolare il valore del  $V_{s,eq}$  poiché secondo quanto esposto nella tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato,...”..un suolo con  $V_s \geq 800$  m/s sottoposto ad una copertura avente spessore  $\leq$  di 3.0m è classificabile come suolo di categoria “A” meglio definita come: ”Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori delle velocità di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3.0m”.

In questo modo anche quei punti di misura in cui vi sono condizioni sismiche e quindi geologiche non rientranti nella categoria di suolo di tipo “A”, se stimata mediante calcolo del  $V_{s,eq}$  a partire dal piano campagna, considerando l'attività di scavo per la messa in posa della condotta, tutte le situazioni di categorie di suolo “inferiori” sono rientrate nella categoria “A”. Fa eccezione l'indagine RE.MI. 21 in cui la profondità del “*bedrock* sismico” si trova a circa 18.0m e dunque inevitabilmente resta classificato come sottosuolo di categoria “B”.

Nella tabella seguente si riportano sinteticamente i valori ottenuti dalle prospezioni RE.MI..

Ubicazione	Indagine	Categoria di sottosuolo al piano campagna	Profondità min di posa delle fondazioni per ottenimento categoria di suolo “A”
Serbatoio di Barletta	RE.MI.00	Cat. “B” - $V_{s,eq} = 413$ m/s	Profondità di posa delle fondazioni -3.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.01	Cat. “B” - $V_{s,eq} = 373$ m/s	Profondità di posa delle fondazioni -2.5m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.02	Cat. “A”: Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Attraversamento S.P.130 – Andria	RE.MI.03	Cat. “A”: Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.04	Cat. “A”: Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.05	Cat. “E”: Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 308$ m/s	Profondità di posa delle fondazioni -2.5m

Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.06	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 369\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.07	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 389\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -0.5m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.08	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Attraversamento S.P.13 – Andria	RE.MI.09	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.10	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.11	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.12	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.13	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 370\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -3.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.15	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.16	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Serbatoio di Bisceglie	RE.MI.17	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 254\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -2.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.18	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.19	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 329\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -3.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.20	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.21	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 387\text{m/s}$	<b>Il bedrock sismico si rinviene a profondità di 18.23m dal p.c., pertanto rimane categoria "B"</b>
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.22	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.24	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.25	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 288\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -2.5m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.26	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.28	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.29	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Lama Liroy - Molfetta	RE.MI.30	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.31	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Torrino di Molfetta	RE.MI.32	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 332\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.5m

Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.33	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 299\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.34	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Lama Cupa - Molfetta	RE.MI.35	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 259\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -2.5m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.36	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 389\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.5m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.37	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.38	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 251\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.39	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.40	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.41	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Attraversamento S.P.107 – Giovinazzo	RE.MI.42	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 298\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m
Serbatoio di Giovinazzo	RE.MI.43	Cat. "E": Substrato presente a profondità inferiore ai 30m - $V_{s,eq} = 288\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.44	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.45	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.46	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 403\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.5m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.48	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.49	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 418\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -2.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.50	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.53	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 474\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -3.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.54	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.60	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 413\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m
Pozzetto scarico/sfiato	RE.MI.64	Cat. "A": Substrato presente a profondità inferiore ai 3.0 metri	
Serbatoio Bari-Modugno	RE.MI.67	Cat. "B" - $V_{s,eq} = 364\text{m/s}$	Profondità di posa delle fondazioni -1.0m

## 7. MODELLAZIONE GEOTECNICA

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa degli aspetti geotecnici. Dalle risultanze delle indagini geotecniche effettuate, sono stati dedotti i valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche, da attribuire ai terreni, attraverso una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Il terreno indagato può essere considerato un **ammasso roccioso calcareo di colore biancastro, compatto, con livelli fratturati ed alterati** (mediamente si è stimato un valore **RQD <25%**) e come tale, esso può essere definito come un insieme di blocchi isolati di matrice rocciosa aventi geometria individuata dalle discontinuità di diverso tipo che li separano.

Quando l'ammasso roccioso è fratturato per la presenza di più sistemi di discontinuità, in termini di resistenza si valuta cautelativamente un comportamento globale dell'ammasso.

Per le dimensioni e le collocazioni del volume significativo dell'ammasso, non è possibile, evidentemente, realizzare prove in situ o in laboratorio, che forniscano dati rappresentativi del comportamento globale.

Si ricorre allora a:

- metodi indiretti basati su indici di qualità (classificazioni geomeccaniche);
- metodi empirici con ricorso a ipotesi sul ruolo delle discontinuità;
- modelli matematici basati su *back analysis*.

Gli indici di qualità derivanti dalle classificazioni geomeccaniche permettono una stima approssimata del comportamento dell'ammasso. Per alcuni di essi vengono fornite correlazioni tra classi di qualità degli ammassi rocciosi e relativi parametri di resistenza (portanza  $q_u$ , coesione  $c$ , angolo di resistenza al taglio  $\phi$ , modulo di elasticità  $E$  e modulo di sottofondo  $k_w$  a seconda del criterio di resistenza adottato).

Gli ammassi rocciosi possono essere studiati in modo semplificato e classificati in relazione al loro comportamento e alle loro prestazioni, distinguendo vari campi di applicazione.

In questo caso, si è deciso di utilizzare la **classificazione geomeccanica di Bieniawski** (1989). Essa si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

- A1 = resistenza a compressione uniassiale (individuata dalle prove PLT);
- A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);

- A3 = spaziatura delle discontinuità;
- A4 = condizioni delle discontinuità;
- A5 = condizioni idrauliche;
- A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava il Rock Mass Rating (RMR), che consente di collocare l'ammasso roccioso in indagine in una delle 5 classi previste dalla classificazione di Bieniawski.

Come riportato nella relazione geologica e in quella geotecnica, si ricava un **R.M.R. = 43÷73** che colloca l'ammasso roccioso indagato al margine superiore della classe III (roccia discreta) secondo la classificazione di Bieniawski.

### 7.1. MODELLO GEOTECNICO

Dal punto di vista della caratterizzazione geotecnica si è definito un unico valore delle proprietà meccaniche per tutto il territorio interessato pari al valore minimo della resistenza a compressione, e al valore minimo del parametro RMR di Bieniawski.

$$\sigma_{ci,min} = 300 \text{ daN/m}^2$$

$$\text{RMR}_{min} = 43.$$

Il criterio di resistenza ritenuto più adeguato nello studio geotecnico degli ammassi rocciosi di che trattasi è il criterio generalizzato di **Hoek & Brown** (2002), la cui applicazione richiede il passaggio attraverso la determinazione di un altro indice GSI (*Geological Strength Index*) determinabile per via tabellare o analiticamente dal RMR di Bieniawski.

La portanza  $q_u$  dell'ammasso roccioso è stata valutata con due metodi. Il primo è quello di **Carter e Kulhawy**, che fa riferimento al teorema del limite inferiore. Il secondo metodo è quello di **Brinch – Hansen**, che utilizza i parametri equivalenti di Coulomb  $c'$  e  $\phi'$ , validi a rigore solo per le terre sciolte, elaborati a partire dalla classificazione di Hoek & Brown,

In conclusione, dal punto di vista della capacità portante delle opere in questione sono state eseguite due verifiche distinte: la prima, secondo il Metodo di Carter e Kulhawy controllando che la tensione massima non superi il valore di  $q_u=58 \text{ daN/cm}^2$ ; la seconda, adottando il criterio di Brinch-Hansen adottando i parametri  $c'=3 \text{ daN/cm}^2$  e  $\phi'=43^\circ$ .

Pertanto il modello geotecnico di riferimento per l'intero intervento è il seguente:

**- 1° strato litotecnico: terreno vegetale; spessore medio pari a circa 1,5 metri:**

$\gamma_n = 1.350 \text{ daN/m}^3$	(peso dell'unità di volume naturale);
$\varphi' = 24^\circ$	(angolo di attrito efficace);
$c' = 0 \text{ daN/cm}^2$	(coesione efficace);
$\nu = 0,39$	(coeff. di Poisson);
$E_s = 160 \text{ daN/cm}^2$	(Modulo di Young o di Elasticità statica)

**- 2° strato litotecnico: ammasso calcareo fratturato e alterato; a partire da 1,5 m circa dal p.c. in poi:**

$\gamma_n = 1.8000 \text{ daN/m}^3$	(peso dell'unità di volume naturale);
$\varphi' = 43^\circ$	(angolo di attrito efficace);
$c' = 3 \text{ daN/cm}^2$	(coesione efficace);
$\sigma_{slim} = 58 \text{ daN/cm}^2$	(tensione limite della roccia H&B);
$\nu = 0,30$	(coeff. di Poisson);
$E_s = 8.000 \text{ daN/cm}^2$	(Modulo di Young o di Elasticità statica)

I parametri indicati sono da considerarsi come **valori caratteristici**, in accordo alle NTC (DM 17/01/2018, p.to 6.2.2). Non sono state rilevate interferenze con eventuali falde acquifere alla profondità di posa dei manufatti in progetto.

## 8. RILIEVO TOPOGRAFICO

L'area oggetto di rilievo si estende per circa 47,5 km e comprende tutta l'area che verrà interessata dai lavori.

L'elaborato D.14.1 "*Relazione topografica*" è costituito dalla Relazione originaria del Progetto di fattibilità tecnica ed economica oggetto di Conferenza di Servizi Preliminare, redatta da Geopolis Srl, società incaricata da Acquedotto Pugliese SpA, e dalla ulteriore relazione redatta a seguito degli esiti della CdS preliminare, da differente professionista esterno all'uopo incaricato da Acquedotto Pugliese SpA, il geom. Savino Miranda.

Nell'elaborato D.14.1 vengono descritte nel dettaglio le modalità di esecuzione del rilievo topografico plano-altimetrico effettuato lungo l'area di realizzazione della condotta adduttrice con funzionamento in pressione, delle diramazioni verso gli abitati serviti e di tutte le opere annesse.

### 8.1. RILIEVO GENERALE E RILIEVO DEI SOTTOSERVIZI

Per la redazione della prima stesura del progetto in argomento, le attività di rilievo plano-altimetrico attinente al tracciato progettuale originario sono state svolte dalla ditta Geopolis Srl di Torre Santa Susanna (BR).

Il suddetto rilievo plano-altimetrico ha interessato i territori dei comuni interessati dallo sviluppo del vettore e delle diramazioni in progetto e cioè: Barletta, Andria, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Bitonto, per una lunghezza complessiva di circa km. 47 e per una fascia di circa 80 metri di larghezza.

Il rilievo è stato eseguito con:

- strumentazione satellitare;
- n. 2 GPS *TopConHiPer SR*, costituita da Base Rover, ricevitore con chip GNSS ricevente il segnale GPS sulla L2;
- GPS *TopConHiPER-II*;
- STAZIONE TOTALE *TopCon GTS 239N*.

L'inquadramento del rilievo nel sistema WGS84-UTM33 avviene automaticamente in tempo reale a mezzo del software MERCURIO in dotazione alla strumentazione, con il chip GNSS Vanguard che è il "cuore" dell'*HiPer SR* e *TopConHiPER-II* che incorporano *Universal Tracking Channels*, ogni canale radio può tracciare qualsiasi segnale disponibile. Oltre alla misura di precisione e all'avanzato sistema di riduzione del *multipath*, il chip offre supporto per tutte le costellazioni GNSS.

Il sistema satellitare globale di navigazione o GNSS è un sistema di geo-radiolocalizzazione e navigazione, terrestre e aerea, che utilizza una rete di satelliti artificiali in orbita e pseudoliti. Inoltre, i rilievi effettuati con i sistemi TPS sono stati agganciati a mezzo punti comuni ai rilievi GPS uniformando il sistema di coordinate.

Il rilievo plano-altimetrico ha riguardato una fascia di terreno lungo l'intera estensione della futura condotta idrica, con annesse diramazioni, opere e area circostante, in particolare:

- del piano quotato di tutta l'area interessata dai lavori per una estensione di circa 47 km;
- delle principali strade presenti nell'area di intervento;
- dei fabbricati esistenti facenti capo ad Acquedotto Pugliese e non;
- delle principali ulteriori interferenze.

Successivamente alla fase di rilievo è stata effettuata l'elaborazione dei dati. In seguito all'elaborazione dei dati è stata prodotta apposita planimetria georiferita nel sistema UTM-33. Si è proceduto alla rototraslazione nel sistema di riferimento IGM95-ETRF89 su cui sono basate le carte tecniche ufficiali. Successivamente agli esiti della Conferenza di Servizi Preliminare, è stato necessario apportare alcune variazioni al tracciato al fine di recepire le osservazioni pervenute in sede di CdS, sia in relazione a esplicite richieste di variazione del tracciato (è il caso del Comune di Bitonto che ha richiesto lo spostamento di un tratto di circa 5 km all'esterno della strada poligonale – SP 218), sia per via di prescrizioni di alcuni enti in merito a distanze da opere da loro gestite.

E' stato dunque necessario affidare un ulteriore incarico di rilievo al professionista geom. Savino Miranda da Trani, incaricato di effettuare rilievo plano-altimetrico sia della fascia di terreno lungo i tratti del vettore in variante rispetto al tracciato originario per una larghezza di circa 50 metri, sia per il rilievo puntuale di tutte le opere fuori terra (quali strade ordinarie, strade interpoderali, muretti a secco, recinzioni, cisterne, fabbricati, ecc.) interferenti con il tracciato del vettore e delle diramazioni verso i serbatoi, in una fascia larga 50 metri in asse alla condotta.

Per la campagna di rilievi è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- STAZIONE TOTALE Leica TCR 407: approssimazione angolare ai due secondi centesimali distanziometro con precisione  $\geq 2 \text{ mm} + 2 \times D$  (ove D è la distanza espressa in km) vedi tabella 1;
- GPS Leica 900 (*Global Positioning System*): con ricevitore real-time RTK geodetico a doppia frequenza con la tecnologia delle misure e modalità applicazione L1 + L2, codice, fase real-time RTK standard. Applicazioni topografiche e real-time RTK.

Le attività topografiche eseguite sono state riferite alla rete di stazioni permanenti della Regione Puglia quindi tutti i dati topografici sono stati acquisiti in coordinate ETRF2000 (nuovo sistema di riferimento internazionale). Per il sistema di riferimento piano è stato adottato il UTM ETRF 2000 Fuso proiezione 33 N.

Per i punti rilevati con il GPS in modalità RTK, i dati di campagna sono già georiferiti nel sistema di riferimento ETRF2000. L'elaborazione dei dati è stata effettuata con il software dedicato LGO "Leica Geo Office". Successivamente tutti i dati sono stati trasformati in coordinate piane UTM-ETRF 2000 Fuso 33 e quindi sono stati calcolati i punti battuti con la strumentazione topografica tradizionale con software topografico con il quale si è proceduto all'esportazione in formato dwg.

## 8.2. RILIEVO GEORADAR

L'incarico affidato al geom. Savino Miranda, comprendeva anche il rilievo georadar delle interferenze interrate.

L'elaborato D.14.2 "Relazione sulle indagini georadar per l'individuazione dei sottoservizi", infatti, riporta gli esiti delle indagini georadar eseguite in corrispondenza degli attraversamenti interrati di condotte interferenti di vario genere (gas, acqua, fognatura, ecc.), le cui ubicazioni e caratteristiche sono emerse in sede di Conferenza di Servizi Preliminare: ciò al fine di acquisire, con la maggior precisione possibile, l'esistenza e la corretta ubicazione e profondità di tali sottoservizi, affinché le quote di posa della condotta di progetto siano tali da non intersecare i sottoservizi presenti.

Le indagini si sono sviluppate su num. 26 interferenze possibili distribuite sui territori comunali di Barletta, Andria, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Bitonto (fig. 4.1). Esse sono state eseguite con strumentazione GSSI SIR-4000 System ed una antenna GSSI a frequenza centrale di 270 MHz. Per ogni singolo sito di interferenza investigato sono state riportate le immagini delle planimetrie con i relativi segnali individuati e le immagini dei radargrammi corrispondenti ai profili eseguiti. Inoltre, per ogni postazione sono state messe in evidenza le riflessioni rilevate nel radargramma più significativi.

A valle delle attività di rilievo sono stati prodotti i seguenti elaborati progettuali grafici:

- G.6.1 "Planimetria di rilievo su base CTR";
- G.6.2 "Planimetria di rilievo delle interferenze su base ortofoto".

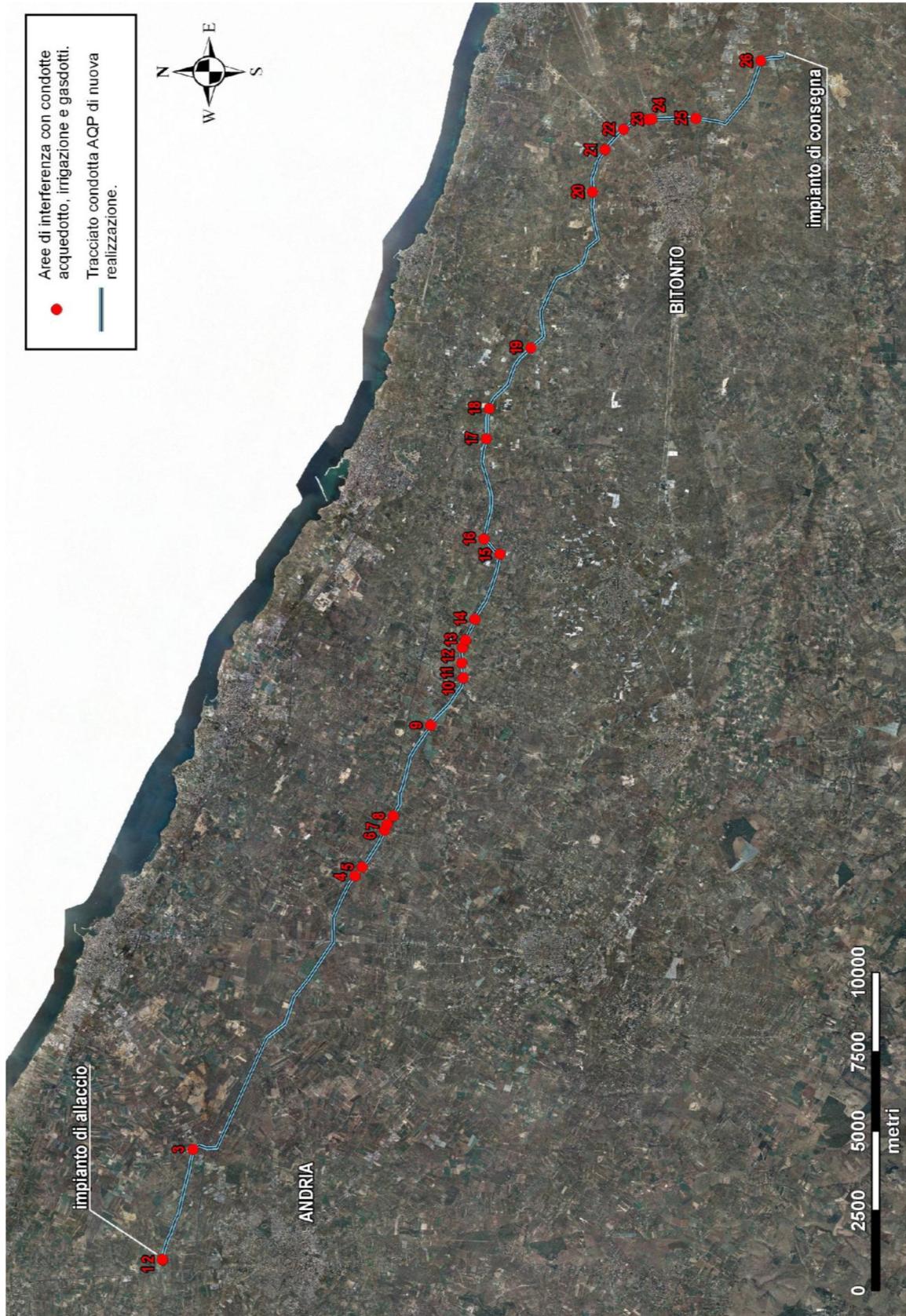


Fig. 8.1 – Ubicazione su ortofoto dei siti di indagine

## 9. INTERVENTO IN PROGETTO

### 9.1. OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

La realizzazione dell'intervento di completamento dell'Acquedotto del Locone consentirà il soddisfacimento dei seguenti obiettivi principali:

- Interconnessione idraulica: l'attuazione dell'interconnessione idraulica fra lo schema idrico potabile Fortore e lo schema idrico potabile del Locone-Ofanto, di cui l'intervento in argomento è un lotto funzionale, in modo tale da incrementare la flessibilità gestionale del sistema acquedottistico dell'area centrale e settentrionale della Regione Puglia;
- Risparmi energetici e gestionali: il completo utilizzo, a gravità, delle acque potabilizzate nell'impianto del Locone con notevole abbattimento dei costi e dei consumi energetici e gestionali, per il venir meno della necessità di sollevamento verso il nodo idrico di Monte Carafa;
- Alimentazione alternativa/integrativa: la realizzazione dell'alimentazione alternativa /integrativa degli abitati di Barletta, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Bari.

#### 9.1.1. Interconnessione idraulica

Lo schema idrico che assicura l'alimentazione della Regione Puglia è costituito da grandi adduttori che trasportano, attraverso il territorio Pugliese, le acque delle sorgenti dei fiumi Sele e Calore, quelle prelevate dalla falda profonda regionale e quelle potabilizzate provenienti dagli invasi del Fortore, del Pertusillo, del Sinni, del Locone e, a breve, dell'Ofanto.

Per poter garantire la massima flessibilità gestionale di tale schema idrico è necessario che i suddetti grandi adduttori risultino tra loro interconnessi

L'attuazione della interconnessione idraulica dei grandi acquedotti, perseguita e raggiunta quasi totalmente con interventi progressivi nel corso degli anni, ha consentito di sopperire, nei limiti delle disponibilità idriche, alle ricorrenti siccità, potendosi trasferire le acque dei bacini meno deficitari ai territori più colpiti dalla carenza idrica; inoltre con l'aumento della ridondanza dei collegamenti si riducono i disagi legati a fuori servizio programmati e non programmati di alcune linee acquedottistiche.

Nell'ambito di detta strategia rientra l'intervento generale di interconnessione tra lo schema Ofanto - Locone e quello Fortore.

I tre interventi che costruiscono l'interconnessione generale sono:

- *P1063 – “Acquedotto del Locone - Completamento dell'Acquedotto del Locone - II Lotto - (dal torrino di Barletta al serbatoio di Bari - Modugno (100.000 mc)”, brevemente denominato “Locone II Lotto”;*
- *P1064 - “Acquedotto del Fortore, Locone ed Ofanto - Opere di interconnessione - Primo Lotto: collegamento Acquedotti Ofanto - Locone in corrispondenza della vasca di Canosa”, brevemente denominato “Interconnessione I Lotto”;*
- *P1292 Acquedotto del Fortore, Locone ed Ofanto - Opere di interconnessione - secondo Lotto: Condotta dalla vasca di Canosa al serbatoio di Foggia - I stralcio funzionale”, brevemente denominato “Interconnessione II Lotto”.*

Gli interventi identificati con codice P1064 e P1292 sono già stati redatti nella propria stesura di progetti di fattibilità tecnica ed economica.

A tutt'oggi, il presente intervento P1063 ed il P1292 sono stati completamente finanziati (il primo, come già detto, con i fondi del *Patto per la Puglia* per € 65.300.000 e con proventi tariffari per un'aliquota pari a € 14.000.000,00, il secondo, con il *PO-FESR 2014-2020*), mentre il progetto P1064, inserito nel programma degli interventi approvato con la Deliberazione n. 20/2014 del Consiglio Direttivo dell'AIP, è finanziato per la sola progettazione (di fattibilità tecnica ed economica e definitiva) con fondi interamente a carico dei proventi tariffari.

Il progetto P1064 consiste sostanzialmente nel collegamento idraulico tra il nodo idrico di “Monte Carafa” e la vasca di disconnessione esistente di Canosa sull'Acquedotto del Locone a gravità. Si prevede di far funzionare in senso inverso l'attuale condotta premente (DN 1600 in acciaio), da “Monte Carafa” al serbatoio di testata dell'impianto del Locone, e la realizzazione della condotta gemella del DN 1200, di collegamento di quest'ultimo alla vasca di disconnessione di Canosa, con sviluppo sostanzialmente adiacente e parallelo alla condotta del Locone I Lotto (DN 1200), che consentirà il convogliamento al nodo di Canosa anche delle acque dello schema Sele-Ofanto. Nell progetto P1064 è prevista anche la realizzazione di una centrale idroelettrica capace di sfruttare il salto motore tra “Monte Carafa” e l'opera di accumulo terminale del potabilizzatore del Locone.

Il progetto P1292, invece, collegherà la vasca di Canosa (realizzata con il Locone I lotto) con il nodo idraulico di Foggia mediante una condotta in acciaio del DN 900 della lunghezza di circa 63 km.

Il suddetto vettore idrico è stato progettato per poter funzionare sia da Canosa verso Foggia (funzionamento diretto), sia da Foggia verso Canosa (funzionamento inverso).

Una volta completati gli interventi generali di interconnessione acquedottistica (progetti P1063, P1064 e P1292) si potranno raggiungere i seguenti obiettivi:

- rendere disponibile, in corrispondenza della vasca di Canosa, la risorsa idrica dello schema Ofanto ad integrazione di quello proveniente dall'impianto di potabilizzazione del Locone;
- rendere possibile l'alimentazione integrativa della Capitanata con le acque dello schema Ofanto-Locone in corrispondenza del nodo idraulico di Foggia, sia a regime (circa 200 l/s con funzionamento diretto dell'intervento identificato con codice P1292) che in emergenza (circa 900 l/s, una volta completato l'intervento identificato con il codice P1064), in modo da sopperire agli eventuali futuri deficit idrici del lago artificiale di Occhito cui è demandato il compito primario dell'alimentazione idrica della Capitanata che, allo stato, presenta una vulnerabilità qualitativa molto elevata. Si rammenta in proposito il fenomeno del *bloom* algale della tipologia *Plantotrix Rubescens* (alga rossa), accaduto nell'inverno 2009, responsabile della contaminazione da microcistina delle acque dell'invaso; tale rischio, cui è esposto il lago artificiale del Fortore, è tuttora vigente in quanto la presenza di alga rossa, in uno con altre specie algali, è ormai endemica nel predetto bacino. Si evidenzia che il bacino del Fortore rappresenta l'unica fonte di approvvigionamento idrico-potabile di diversi abitati della Provincia di Foggia e che più dell'85% dell'approvvigionamento idropotabile della intera Provincia viene garantito dalla risorsa proveniente dall'invaso citato. L'obiettivo di supporto all'invaso di Occhito, perseguito attraverso le altre fonti di approvvigionamento idrico potabile della Puglia, è già stato parzialmente attuato da Acquedotto Pugliese negli anni '90, quando si è provveduto ad alimentare i comuni di Cerignola, Trinitapoli, San Ferdinando di Puglia e Margherita di Savoia anche attraverso la condotta denominata Casamassima-Canosa, la quale ha consentito di trasferire le acque dello schema Sinni-Pertusillo e /o Ofanto e Sele-Calore-nodo idrico di Monte Carafa verso alcuni abitati della provincia foggiana.
- garantire l'alimentazione dei popolosi comuni della fascia costiera sino a Bari (capoluogo compreso), con le acque dell'Acquedotto del Fortore (qualora disponibili), nel caso di riduzione della disponibilità idrica degli schemi Ofanto - Locone e Sele - Calore senza intaccare la portata a servizio del Salento proveniente dall'Acquedotto Sinni- Pertusillo (le cui acque possono alimentare la Puglia Centrale attraverso le condotte denominate "Gioia-Bari" e "Casamassima - Canosa"). Tale obiettivo è raggiungibile attraverso il collegamento del vettore idrico previsto nell'intervento P1292 con il Torrino n.3 dell'Acquedotto del

Fortore (ubicato nell'area del nodo di Foggia), la cui quota piezometrica consentirebbe il funzionamento inverso della condotta in argomento. Il funzionamento inverso del suddetto vettore P1292 (qualora la disponibilità dell'invaso di Occhito lo consenta) comporterebbe inoltre:

- a) un beneficio economico poiché le acque provenienti dagli schemi meridionali risultano più costose di quelle dello schema Fortore;
  - b) una maggiore disponibilità idrica a favore della Puglia Meridionale, alimentata esclusivamente dallo schema Sinni-Pertusillo e dalla falda salentina, potendo ridurre la portata derivata dagli schemi idrici meridionali verso la Puglia Centrale compensandola con quella proveniente dall'Acquedotto del Fortore.
- possibilità di gestire, con minori impatti sul servizio, i “fermo-impianto” dei potabilizzatori o le interruzioni programmate e non programmate sulle linee acquedottistiche;
  - possibilità non trascurabile, infine, che tale interconnessione possa rendere tecnicamente disponibili, verso le aree centro-meridionali della Puglia, anche eventuali ulteriori apporti idrici che in futuro potrebbero definirsi attraverso scenari di trasferimenti della risorsa primaria dalla regione Molise.

### **9.1.2. Risparmi energetici e gestionali e benefici ambientali**

L'impianto di potabilizzazione del Locone ha prodotto negli ultimi anni mediamente 34 Mmc di acqua potabile all'anno.

Tale volume di acqua, prima della realizzazione del I lotto del Locone a gravità, veniva interamente sollevato verso in nodo idrico di Monte Carafa con un costo medio annuo di energia elettrica pari a circa 3,3 M€.

A partire da novembre 2009, con l'entrata in esercizio del I lotto dell'acquedotto del Locone, è stato erogato all'abitato di Barletta, fino a dicembre 2015, un volume idrico complessivo di circa 43,4 Mmc che ha consentito un risparmio energetico totale corrispondente a circa 4,3 M€.

Con il completamento dell'acquedotto del Locone, si potrà addurre a gravità dall'impianto di potabilizzazione omonimo una portata minima pari a 650 l/s, trasportando anche parte della portata per il serbatoio di Bari – lato Modugno, evitando di sollevare verso Monte Carafa circa 385 l/s, pari a un volume annuo di 12,10 Mmc (circa il 36% di quello annualmente potabilizzato). Ciò consentirebbe un risparmio economico minimo stimato di 1,2 M€ all'anno.

L'acquedotto del Locone nella sua interezza (I lotto già realizzato ed in esercizio e II lotto), eviterà il sollevamento di un volume complessivo annuo di 20,50 Mmc (circa il 62% del volume potabilizzato annualmente), consentendo un risparmio economico complessivo minimo stimato di 2M€ annui.

Considerevoli, inoltre, sono i benefici ambientali conseguenti. L'entrata in esercizio nel 2009 del I lotto dell'acquedotto del Locone, ha evitato complessivamente l'emissione di 12.910 tonnellate di CO<sub>2</sub> sino a dicembre 2015. Con la realizzazione del II lotto poi, l'acquedotto del Locone (I e II lotto) eviterà annualmente l'emissione di 6.108 tonnellate di CO<sub>2</sub>, (tali valori sono stati calcolati considerando il coefficiente di conversione definito dalla International Energy Agency (IEA) per l'Italia, pari a 406,309 CO<sub>2</sub> g per KWh di energia elettrica prodotta).

La realizzazione dell'intervento denominato P1064 (vedi paragrafo precedente), azzererà completamente i costi di sollevamento, poiché sarà possibile utilizzare tale condotta anche per addurre a gravità tutta la potenzialità attuale dell'impianto di potabilizzazione del Locone (34 Mmc/anno), fino a quando, una volta realizzati tutti gli interventi programmati dal PdA, questa si dovrà attestare al valore fissato dal Piano stesso (25 Mmc/anno).

Tale peculiarità potrà comunque essere sempre utilizzata, anche successivamente, per far fronte alle emergenze idriche.

### **9.1.3. Alimentazione alternativa/integrativa**

Gli abitati di Barletta, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo, oltre alle ex frazioni di Palese e Santo Spirito, sono alimentate dal solo vettore denominato "Andria – Bari", il quale è a servizio anche del capoluogo di regione. In realtà i suddetti centri abitati sono serviti anche dalla vecchia diramazione per Andria ubicata alla prog. 105.268,36 km del Canale Principale del Sele - Calore realizzata negli anni '20, la quale, però, a causa della sua vetustà e della insufficiente capacità di trasporto, non può soddisfare le necessità idrico potabili degli abitati serviti.

Il vettore denominato "Andria – Bari" è stato realizzato negli anni '60 con tubazioni in c.a.o e c.a.p. ed è a servizio di circa 485.000 abitanti. La condotta ha origine dall'opera di presa sul "Canale Principale" denominata "Opera 1" e termine al serbatoio di Bari - lato Modugno, della capacità di 100.000 mc.

L'opera di partizione denominata "Opera 2", ubicata in agro di Canosa, è uno dei nodi idraulici più importanti dello schema di adduzione idrico della Puglia. In tale manufatto, infatti, sfociano le acque:

- dallo schema idrico Ofanto - Locone, provenienti dalla vasca di Monte Carafa;
- dallo schema idrico Sinni - Pertusillo, attraverso il vettore denominato “Casamassima – Canosa”;
- dallo schema idrico Sele - Calore, provenienti dall’opera di presa sul Canale Principale denominata “Opera 1”.

Dall’”Opera 2”, inoltre, ha origine anche l’alimentazione dell’abitato di Andria.

Lungo l’adduttrice principale sono state realizzate diverse opere smorzatrici necessarie per rendere il carico pressorio della condotta compatibile con le caratteristiche delle tubazioni prescelte.

Le diramazioni dalla “Andria – Bari” a servizio degli abitati di Barletta e Trani hanno origine dai nodi denominati, rispettivamente, “Opera 4” e “Opera 5”, mentre gli altri abitati vengono serviti da condotte con origine da prese in carico realizzate lungo l’adduttrice principale.

Il vettore idrico è stato dimensionato per convogliare una portata massima di circa 2.650 l/s. La portata media attualmente registrata dal Gestore è di 1.550 l/s.

Pertanto il completamento dell'acquedotto del Locone consentirà:

- l'alimentazione integrativa alla condotta Andria - Bari esistente, per il pieno soddisfacimento della domanda del bacino di utenza di competenza della linea acquedottistica;
- l'alimentazione alternativa dei comuni della Puglia Centrale (a nord di Bari) in condizione di fuori servizio della condotta Andria-Bari (ad esempio nel caso in cui sia necessario eseguire interventi di risanamento della condotta), motivo per cui l'acquedotto del Locone è stato dimensionato per una portata massima pari a 1.550 l/s;
- la riduzione delle interruzioni di servizio, programmate e non, connesse alla vetustà della condotta Andria – Bari;

garantendo così un incremento della flessibilità del sistema ed una riduzione dei costi di gestione.

Nella Fig. 8.1 seguente, relativamente alla “Grande adduzione, approvvigionamento e distribuzione primaria” di Acquedotto Pugliese S.p.A., si riporta uno stralcio dello Schema generale raffigurante sia l’intervento di cui al presente progetto, denominato per brevità “Locone II Lotto”, sia gli ulteriori due interventi con i quali costituisce l’interconnessione generale di cui si è discusso nel presente paragrafo 5.

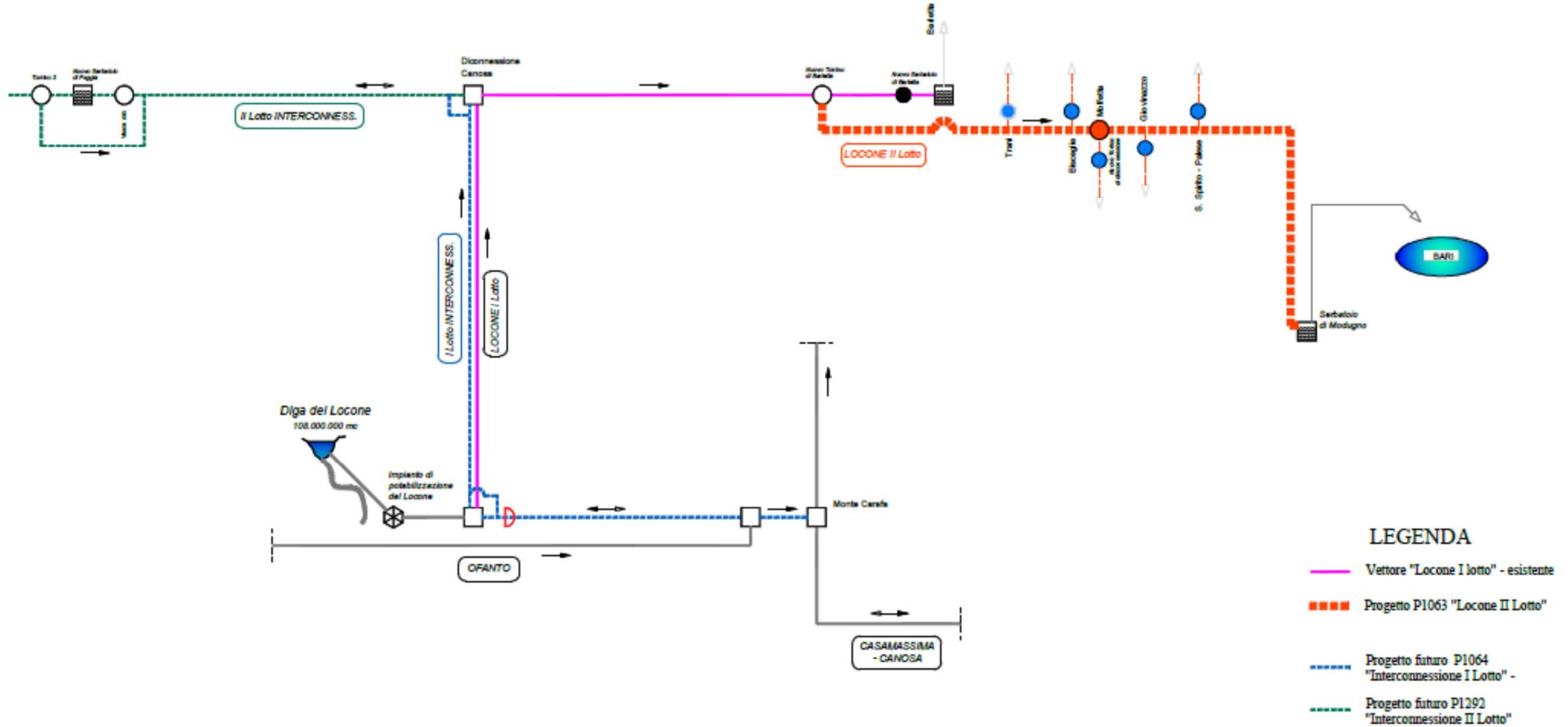


Fig. 9.1 - Schema generale opere previste d'interconnessione idraulica Schemi Ofanto – Locone - Fortore

## 9.2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il secondo lotto del Locone avrà origine dal nuovo torrino di Barletta, di altezza fuori terra di circa 33 m, con calice di arrivo posto a quota 128,50 m s.l.m. e fondo vasca 122,18 m. s.l.m.

L'adduttrice principale avrà una lunghezza totale di 47.662,32 ml e sarà realizzata con tubazioni di acciaio.

La stessa condotta adduttrice sarà costituita da n. 6 tronchi:

- dal torrino di Barletta alla presa in carico per il serbatoio di Trani, del DN 1200, per una lunghezza di 12.414,84 ml;
- dalla presa in carico per Trani alla presa in carico per il serbatoio di Bisceglie, del DN 1200, per una lunghezza di 3.602,10 ml;
- dalla presa in carico per Bisceglie al torrino di Molfetta, del DN 1200, per una lunghezza di 9.684,15 ml;
- dal torrino di Molfetta alla presa in carico per il serbatoio di Giovinazzo, del DN 1200, per una lunghezza di 7.832,87 ml;
- dalla presa in carico per Giovinazzo alla presa in carico per il serbatoio di Palese- S. Spirito, del DN 1000 per una lunghezza di 7.428,40 ml;
- dalla presa in carico per il serbatoio di Palese - S. Spirito al serbatoio esistente di Bari - lato Modugno, del DN 1000, per una lunghezza di 6.699,96 km.

La regolazione della portata della condotta principale dell'Acquedotto del Locone avverrà sempre con manovre da effettuarsi attraverso le apparecchiature idrauliche installate all'entrata nella vasca di Canosa, in modo tale da scongiurare il pericolo che il primo tronco possa funzionare a canaletta nei casi di ridotto apporto idrico.

Per le derivazioni a servizio dei serbatoi esistenti la regolazione avverrà da valle attraverso valvole a fuso che verranno installate nelle camere di misura e regolazione di nuova realizzazione, immediatamente a monte delle camere di manovra esistenti. Solo per la diramazione per il serbatoio di Molfetta, l'installazione delle apparecchiature di misura e regolazione avverrà all'interno della camera di manovra esistente, essendoci spazio sufficiente.

La scelta dei diametri sopra indicati, nei vari tronchi in cui è suddiviso il vettore, è scaturita dall'applicazione di criteri di economia alle reti aperte con erogazioni concentrate (nella particolare applicazione proposta dal *Marzolo*), atti a conseguire i carichi piezometrici economicamente più vantaggiosi nei nodi di derivazione per i vari abitati da servire (vedi allegato di progetto D.4 "Relazione di calcolo idraulico").

La scelta della sequenza dei diametri del vettore, fra quelli commerciali disponibili (immediatamente superiori a quelli teorici di pre-dimensionamento) ha tenuto conto, oltre che degli aspetti economici di massimo tornaconto, anche di aspetti correlati alle velocità medie nelle varie tratte.

In particolare, nelle ipotesi di transito della minima portata, si è considerato il limite inferiore di 0,30 m/s, per limitare il fenomeno del riscaldamento e la difficoltà di eliminazione dell'aria in condotta. E' noto, infatti, come velocità molto basse lascino permanere molto a lungo l'acqua nelle tubazioni e ne facilitano il riscaldamento, il che ha il doppio inconveniente di alterare le caratteristiche organolettiche dell'acqua e di facilitare lo sviluppo di gas, circostanza quest'ultima che dà luogo a formazioni di bolle rendendo la stessa acqua incrostante.

Gli spessori delle tubazioni (*cf.* par. 14) sono stati fissati in base ad apposita verifica statica, allo scopo di assicurare sia la resistenza delle stesse tubazioni alle varie sollecitazioni (pressione interna, peso proprio, carichi esterni dovuti al terreno di rinterro e ai sovraccarichi accidentali, azioni dovute agli appoggi, variazioni termiche, azioni sismiche, ecc.), sia la loro durabilità, in presenza di fenomeni corrosivi.

### **9.3. PRINCIPALI OPERE PREVISTE**

#### **9.3.1. Adduttore principale**

L'adduttrice in progetto si compone, in sintesi, delle seguenti principali opere:

- Condotta in acciaio di lunghezza complessiva pari a 47.662,32, del DN 1200 e del DN 1000, rispettivamente pari a 33.533,96 ml e 14.128,36 ml;
- Impianto di protezione catodica a corrente impressa;
- Predisposizione del sistema di telecontrollo e dell'impianto elettrico in tutte le nuove camere di misura e regolazione a realizzarsi e nel nuovo torrino di Molfetta;
- Torrino piezometrico ubicato in prossimità del serbatoio di Molfetta;
- N.54 pozzetti di scarico e n.53 pozzetti di sfiato per il regolare funzionamento della adduttrice;
- N. 4 manufatti di presa in carico sulla condotta principale per i serbatoi a servizio degli abitati di Trani, Bisceglie, Giovinazzo e Palese-S. Spirito, di cui N. 1 dotato di sfiato e N. 3 di scarico a pompa;
- N. 2 attraversamenti autostradali (A14) con tecnologia "spingitubo";
- N.1 attraversamento ferroviario (Ferrovie del Nord Barese) con tecnologia "spingitubo";

- N. 17 attraversamenti stradali (Strade Provinciali) con tecnologia “spingitubo”, di cui N. 10 su Strade Provinciali in provincia di Bari e e N. 7 su Strade Provinciali in provincia di Barletta-Andria-Trani;
- N.2 attraversamenti di lame mediante la tecnica del “*microtunnelling*”.

### **9.3.2. Derivazioni**

Dalla condotta adduttrice principale, attraverso delle prese in carico, hanno origine le diramazioni per l'alimentazione dei serbatoi a servizio degli abitati di Trani, Bisceglie, Giovinazzo e Palese - S. Spirito. La diramazione per il serbatoio di Molfetta, invece, ha origine dal nuovo torrino piezometrico di Molfetta da ubicarsi lungo lo sviluppo dell'adduttrice principale.

In corrispondenza della progr. 12.414,84 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Trani, con una condotta in acciaio del DN 400, avente lunghezza di. 893,25 m, fino al serbatoio esistente a servizio dell'abitato.

In corrispondenza della progr. 16.016,94 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Bisceglie, con una condotta in acciaio del DN 400, avente lunghezza di 47,50 m, fino al serbatoio esistente a servizio dell'abitato.

In corrispondenza della progr. 25.701,09 ml è previsto lo stacco per il Torrino di Molfetta dal quale ha origine la diramazione per il serbatoio di Molfetta con una condotta in acciaio del DN 400, avente lunghezza di 63,20 m, fino al serbatoio esistente a servizio dell'abitato.

In corrispondenza della progr. 33.533,96 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Giovinazzo, con una condotta in acciaio del DN 200, avente lunghezza di 27,52 m, fino al serbatoio esistente a servizio dell'abitato.

In corrispondenza della progr. 40.962,36 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Palese-S. Spirito, con una condotta in acciaio del DN 300, avente lunghezza di 334,17 m, fino al serbatoio esistente a servizio degli abitati.

## **9.4. DESCRIZIONE DEI TRACCIATI**

### **9.4.1. Tracciato dell'adduttore principale**

Il tracciato della condotta di adduzione deriva da una dettagliata analisi, considerando diverse possibili alternative, al fine di tener conto di alcuni vincoli/interferenze presenti sul territorio (presenza di aree di cava, prossimità con elettrodotti e metanodotti, attraversamenti ferroviari e stradali, vincoli imposti dalle normative ambientali, paesaggistiche, territoriali ed urbanistiche sia a carattere generale che settoriale, strumenti di gestione del bacino idrografico, ecc.), individuando così il percorso più idoneo sotto gli aspetti idraulico ed economico e meno impattante sul territorio.

La preliminare individuazione di un possibile tracciato è avvenuta a tavolino, mediante l'utilizzo di:

- un software che genera immagini virtuali della Terra utilizzando riprese satellitari ottenute dal telerilevamento terrestre;
- fotografie aeree;
- dati topografici memorizzati su piattaforma GIS;
- ulteriori piattaforme GIS disponibili in rete, relativamente alla vincolistica ambientale e paesaggistica.

E' stata successivamente effettuata una approfondita verifica di campo, mediante sopralluoghi nelle aree interessate, con "camminamenti" lungo il tracciato preventivamente individuato. A valle delle risultanze di tali operazioni di campo, sono state apportate tutte le più opportune variazioni del tracciato in relazione alle oggettive situazioni riscontrate sul territorio oggetto d'indagine.

La scelta definitiva del tracciato ha tenuto conto anche della natura dei terreni attraversati e delle relative coltivazioni (erbacee, arboree ed arbustive) e dell'opportunità di intersecare con criterio razionale le particelle delle ditte da espropriare, cercando soprattutto di limitare l'interessamento di zone con presenza di alberi di ulivo con caratteristiche di monumentalità.

Inoltre, per considerazioni di natura economica, si è fatto in modo che il tracciato abbia il minor numero possibile di attraversamenti (ferroviari, stradali, di lame, ecc) e, in generale, di opere d'arte di una certa rilevanza. Particolare attenzione è stata prestata anche alle caratteristiche dei terreni attraversati, sotto l'aspetto geologico, della stabilità e dell'azione aggressiva sulle tubazioni. Inoltre, in merito all'aspetto altimetrico, per motivi di natura igienica si è cercato di mantenere la linea piezometrica, per la condizione di funzionamento estremo (portata massima con tubi usati), ad una distanza idonea al di sopra della quota del terreno.

Il progetto prevede un tracciato che si sviluppa in prosecuzione della condotta del I lotto dell'Acquedotto del Locone a gravità, con andamento e caratteristiche rilevabili dagli elaborati grafici allegati al presente progetto definitivo.

Il percorso del vettore si svolge prevalentemente in sede propria, con punti singolari costituiti da interferenze con altri sottoservizi (condotte idriche e fognarie, tubazioni irrigue, elettrodotti, metanodotti, cavi telefonici, ecc.) ed attraversamenti di varia natura (ferroviario, autostradali, di strade provinciali, di lame e di ulteriori incisioni minori).

## **9.4.2. Tracciato delle diramazioni**

### Diramazione per Trani

In corrispondenza delle progr. 12.414,84 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Trani. La diramazione, da realizzarsi con tubazioni in acciaio DN400, si sviluppa per una lunghezza di 893,25 m fino al serbatoio dello stesso abitato (vedi allegati di progetto G.13.1 - G.13.2 - G.13.3 - G.13.4).

Lungo il percorso, fra le progr. 355,75 e 409,25, è previsto l'attraversamento dell'Autostrada A14 con tecnica *no-dig* "spingitubo" al Km 638,75.

Gli organi idraulici per la presa in carico saranno alloggiati in apposito pozzetto praticabile in conglomerato cementizio amato, dimensioni interne 2,50 m x 3,0 m, consistenti in: valvola a farfalla DN400, giunto di smontaggio di pari diametro, sfiato a tripla funzione DN150.

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura in arrivo di progetto, dimensioni interne 7,75 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN400, valvola a farfalla DN400, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a fuso DN200, misuratore di portata elettromagnetico DN200, giunto di smontaggio DN400, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

La nuova condotta di diramazione del DN400 entra nella camera di manovra esistente del serbatoio e, attraverso quattro nuove condotte del DN400, alimenta le quattro vasche del serbatoio. In questo modo, dunque, ciascuna vasca avrà due differenti alimentazioni indipendenti, in maniera tale da poter essere alimentate dalla sola condotta esistente Andria-Bari, dal solo nuovo vettore Locone II Lotto o da entrambi. A monte degli stacchi verso le vasche è inserita una tubazione in acciaio del DN100 per lo scarico della condotta di nuova realizzazione, mentre al termine della tubazione DN400 è inserita una tubazione in acciaio del DN100 per lo scarico ed il lavaggio della condotta di nuova realizzazione: le acque di lavaggio verranno convogliate all'interno di una vasca di lavaggio di nuova realizzazione esterna alla camera di manovra.

### Diramazione per Bisceglie

In corrispondenza delle progr. 16.016,94 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Bisceglie. La diramazione, da realizzarsi con tubazioni in acciaio DN400, si sviluppa per la breve lunghezza di 47,50 m fino al serbatoio dello stesso abitato (vedi allegati di progetto G.14.1 - G.14.2 - G.14.3).

Gli organi idraulici per la presa in carico saranno alloggiati in apposito pozzetto praticabile in conglomerato cementizio amato, dimensioni interne 2,50 m x 3,00 m, consistenti in: valvola a farfalla DN400, giunto di smontaggio di pari diametro, scarico a pompa DN200 con saracinesca di intercettazione e giunto di smontaggio di pari diametro a valle.

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura e regolazione in arrivo di progetto, dimensioni interne 7,75 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN400, valvola a fuso di regolazione DN250, misuratore di portata elettromagnetico DN250, giunto di smontaggio DN400, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

La nuova condotta di diramazione del DN400 entra nella camera di manovra esistente del serbatoio e, attraverso due nuove condotte del DN400, alimenta le due vasche del serbatoio. In questo modo, dunque, ciascuna vasca avrà due differenti alimentazioni indipendenti, in maniera tale da poter essere alimentata dalla sola condotta esistente Andria-Bari, dal solo nuovo vettore Locone II Lotto o da entrambi. Al termine della tubazione DN400, a valle dunque dei due stacchi per le vasche, sono inseriti uno sfiato DN150 a tripla funzione ed una tubazione in acciaio del DN100 per lo scarico ed il lavaggio della condotta di nuova realizzazione: le acque di lavaggio verranno convogliate all'interno di una vasca di lavaggio di nuova realizzazione esterna alla camera di manovra.

### Diramazione per Molfetta

In corrispondenza delle progr. 25.701,09 ml è prevista la realizzazione del nuovo Torrino di Molfetta dal quale ha origine la diramazione per il serbatoio di Molfetta. Essa, da realizzarsi con tubazioni in acciaio DN400, si sviluppa per una lunghezza di 63,20 m fino al serbatoio dello stesso abitato (vedi allegati di progetto G.15.1 - G.15.2 - G.15.3 - G.15.4 - G.15.5).

All'ingresso del manufatto del serbatoio esistente, nel corridoio centrale della camera di manovra esistente, saranno alloggiati: giunto dielettrico DN400, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a farfalla DN400, giunto di smontaggio DN400, valvola di regolazione a fuso DN300, bypass DN100, misuratore di portata elettromagnetico DN250, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura. Lungo il tratto di condotta presente nel corridoio centrale, ci sono due piccole tubazioni in acciaio DN100 per lo scarico della condotta di nuova realizzazione.

La nuova condotta di diramazione del DN400 entra nella camera di manovra esistente del serbatoio e, attraverso quattro nuove condotte del DN400, alimenta le quattro vasche del serbatoio. In questo modo, dunque, ciascuna vasca avrà due differenti alimentazioni indipendenti, in maniera tale da poter essere alimentata dalla sola condotta esistente Andria-Bari, dal solo nuovo vettore Locone II

Lotto o da entrambi. Al termine della tubazione DN400, a valle dunque degli stacchi per le vasche, è inserito uno sfiato DN150 a tripla funzione.

Il lavaggio della nuova condotta DN400 avverrà alimentando tale condotta a ritroso attraverso l'attuale alimentazione delle vasche e convogliando l'acqua nel pozzetto all'interno del Torrino di Molfetta di nuova realizzazione per poter essere scaricata nella trincea drenante di nuova realizzazione.

#### Diramazione per Giovinazzo

In corrispondenza delle progr. 33.533,96 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Giovinazzo. La diramazione, realizzata con tubazioni in acciaio DN200, si sviluppa per la breve lunghezza di 27,52 m fino al serbatoio dello stesso abitato (vedi allegati di progetto G.17.1 - G.17.2 - G.17.3).

Gli organi idraulici per la presa in carico saranno alloggiati in apposito pozzetto praticabile in conglomerato cementizio amato, dimensioni interne 2,50 m x 3,00 m, consistenti in: saracinesca DN200, giunto di smontaggio di pari diametro, scarico a pompa DN200 con saracinesca di intercettazione e giunto di smontaggio di pari diametro a valle.

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura e regolazione in arrivo di progetto, dimensioni interne 6,05 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN200, valvola a fuso di regolazione DN150, misuratore di portata elettromagnetico DN150, giunto di smontaggio DN200, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Il collegamento della condotta di derivazione del DN200 nella camera di manovra del serbatoio esistente, avviene con innesto sul piezometro esistente - nel quale converge la condotta adduttrice del DN300 alimentata del vettore "Andria-Bari" -, previo inserimento sulla condotta di progetto, nel tratto immediatamente a monte, di giunto di smontaggio DN200, saracinesca DN200 e sfiato a tripla funzione DN100. Immediatamente a monte dello sfiato è inserita una tubazione DN100 per il lavaggio e lo scarico della condotta di nuova realizzazione.

#### Diramazione per Palese S. Spirito

In corrispondenza delle progr. 40.962,36 ml è prevista la presa in carico per il serbatoio di Palese-S. Spirito.

La diramazione, realizzata con tubazioni in acciaio DN300, si sviluppa per la lunghezza di 334,17 m, fino al serbatoio al servizio degli stessi abitati (vedi allegati di progetto G.18.1 - G.18.2 - G.18.3).

Gli organi idraulici per la presa in carico saranno alloggiati in apposito pozzetto praticabile in conglomerato cementizio amato, dimensioni interne 2,50 m x 3,00 m, consistenti in: saracinesca DN300, giunto di smontaggio di pari diametro, scarico a pompa DN200 con saracinesca di intercettazione e giunto di smontaggio di pari diametro a valle.

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura e regolazione in arrivo di progetto, dimensioni interne 7,75 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN300, valvola a fusso di regolazione DN200, misuratore di portata elettromagnetico DN200, giunto di smontaggio DN300, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Il collegamento della condotta di derivazione del DN300 nella camera di manovra del serbatoio esistente, avviene con innesto nel piezometro centrale esistente - nel quale converge la condotta adduttrice del DN400 alimentata del vettore "Andria-Bari" -, previo inserimento sulla condotta di progetto, nel tratto immediatamente a monte, di giunto di smontaggio DN300, saracinesca DN300. Sul tratto di condotta orizzontale, immediatamente a valle dello stacco verticale che alimenta il piezometro centrale, è inserita una tubazione DN100 per il lavaggio e lo scarico della condotta di nuova realizzazione. Per il lavaggio della nuova condotta del DN300, la nuova condotta di scarico confluisce in una vasca di lavaggio esterna in c.a. di nuova realizzazione; lo svuotamento, invece, avviene lungo il tratto orizzontale della tubazione di scarico in acciaio, internamente alla camera di manovra esistente del serbatoio.

Con riferimento a tutte le diramazioni, le condotte e le carpenterie metalliche di nuova realizzazione, all'interno delle nuove camere di misura e regolazione o dei serbatoi idrici esistenti, dovranno essere rivestite con il seguente ciclo di pitturazione, previa sabbiatura della superficie a metallo quasi bianco (grado di pulizia Sa 21/2 della norma ISO 8501-1 od al grado SP 10 della norma SSPC VIS 1):

- mano di *primer* epossidico con fosfato di zinco bicomponente ad alto solido, a indurimento rapido e ricopribile a basse temperature per uno spessore minimo a film secco pari a 120 µm;
- dopo l'avvenuto essiccamento del *primer*, deve essere realizzato lo strato intermedio costituito da una vernice epossidica con fosfato di zinco bicomponente ad alto solido, a indurimento rapido e ricopribile a basse temperature per uno spessore minimo a film secco pari a 120 µm;
- quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, deve essere applicato uno strato di finitura costituito da una vernice poliuretana bicomponente ad alto solido e alto spessore, per uno spessore minimo a film secco pari a 80 µm.

Il rivestimento finale deve avere uno spessore minimo a film secco pari a 320  $\mu\text{m}$

La finitura della superficie deve avere obbligatoriamente i seguenti colori espressi secondo la classificazione RAL:

- tubo in entrata: RAL 6018 (verde giallastro);
- tubo in uscita: RAL 6019 (verde biancastro);
- tubazioni di scarico: RAL 1021 (giallo navone);
- apparecchiature idrauliche: RAL 5015 (blu cielo);
- carpenteria metallica: RAL 1021/9005 (giallo/nero).

### 9.5. IL TORRINO DI MOLFETTA

In corrispondenza del picchetto 638V alla progr. 25.701,09 ml è prevista la realizzazione di un torrino piezometrico.

Il sito individuato risulta pressoché pianeggiante a quota di circa 100,21 m s.l.m. entro la particella 21 del foglio 40 del Comune di Molfetta in contrada Piscina Rossa, posto in prossimità dell'esistente nuovo serbatoio dell'abitato ed a circa 5,5 km dalla linea di costa.

L'ubicazione del manufatto è stata prescelta per la sua posizione pressoché baricentrica rispetto al tracciato e la sua realizzazione consentirà all'Acquedotto del Locone (dal serbatoio dell'impianto di potabilizzazione del Locone al serbatoio di Bari-Modugno) di avere tre sconnessioni idrauliche di linea (vasca di Canosa, torrino di Barletta, torrino di Molfetta) che suddividono i 4 *sifoni* di lunghezza quasi identica (circa 20/25 km), in modo da facilitare l'esercizio dell'opera con riduzioni dei costi di gestione.

Infatti, nel caso di interventi sul vettore idrico che comportino la necessità di interrompere il flusso idrico (es. realizzazione di nuove derivazioni, riparazioni di rotture, ecc.), potendo intervenire solo sul sifone oggetto dell'intervento (mentre gli altri potranno rimanere pieni) si avranno minori tempi di svuotamento e riempimento e minore spreco di acqua durante tali lavorazioni, con conseguenti minori disagi per la collettività.

Inoltre, le opere di disconnessione di linea si comportano come dispositivi di attenuazione del fenomeno del colpo di ariete nel caso di accidentale *manovra rapida* degli organi di regolazione/intercettazione, riducendo la durata della fase di colpo diretto.

La problematica relativo al moto vario elastico in condotta verrà affrontata in dettaglio nelle successive fasi progettuali.

L'opera è costituita da una camera di manovra seminterrata e dalla struttura costituente il torrino vero e proprio, fuori terra. La fondazione è del tipo diretto a platea.

Il manufatto del torrino è costituito da una struttura anulare del diametro maggiore interno di 7,20 m e pareti dello spessore di 70cm. La sua altezza fuori terra è di 17,73 m.

La camera di manovra avrà forma rettangolare con dimensioni interne 27,50 m x 12,00 m e quota di calpestio a 96.49 m. s.l.m.

All'interno della camera di manovra sono state ubicate tutte le apparecchiature di misura ed intercettazione ritenute necessarie per consentire una ottimale gestione idraulica del manufatto. Il sistema consente di bypassare, in caso di necessità, il torrino, alimentando direttamente sia il serbatoio di Molfetta, sia il secondo tratto del vettore sino al serbatoio di Bari-Modugno (vedi elaborato grafico G.16.2 “*Serbatoio di Molfetta nuovo: Camera di manovra esistente – piante e sezioni*”).

Nello specifico, in entrata al torrino è stata prevista l'installazione di una valvola a fuso del DN 800 dotata di un attuatore elettrico con teleinvertitore; inoltre si prevederà l'inserimento, all'interno del torrino, di un sensore di livello di tipo piezoresistivo.

Il sistema sensore di livello - valvola a fuso sarà tarato in modo tale da evitare anomali aumenti del livello idrico nella vasca oltre la soglia di sfioro. In questi casi in base al segnale di livello ricevuto, il PLC modulerà la regolazione del grado di apertura della valvola a fuso. Tale sistema dovrà essere mantenuto sempre in perfetta efficienza.

L'opera sarà realizzata interamente in calcestruzzo armato con le seguenti caratteristiche minime (valide anche per tutti i manufatti in c.a. previsti in progetto):

- *Calcestruzzo per strutture a contatto con acqua potabile (Torrino circolare piezometrico, vasche e pozzetti che contengano liquidi ecc...)*

- <b>Classe di resistenza</b>	<b>C45/55</b>
- <b>Resistenza cubica caratteristica</b>	<b><math>R_{ck} = 55 \text{ N/mm}^2</math></b>
- <b>Classe di esposizione</b>	<b>XC4+XD2</b>
- <b>Rapporto max a/c</b>	<b>0,45</b>
- <b>Contenuto minimo di cemento</b>	<b>360 kg/m<sup>3</sup></b>
- <b>Diametro max aggregati</b>	<b><math>D_{max} = 32 \text{ mm}</math></b>
- <b>Classe di consistenza</b>	<b>S4</b>
- <b>Copriferro minimo</b>	<b><math>c_{nom} = 50 \text{ mm}</math></b> (per produzione di elementi sottoposti a controllo della qualità di verifica dei copriferri)
- <b>Copriferro minimo (pannelli alveolari)</b>	<b><math>c_{nom} = 60 \text{ mm}</math></b> (per produzione di elementi sottoposti a controllo della qualità di verifica dei copriferri)
- <b>Resistenza cilindrica caratteristica</b>	<b><math>f_{ck} = 45.6 \text{ N/mm}^2</math></b>
- <b>Resistenza a trazione media</b>	<b><math>f_{ctm} = 3.8 \text{ N/mm}^2</math></b>
- <b>Modulo elastico</b>	<b><math>E_c = 36406 \text{ N/mm}^2</math></b>
- <b>Coefficiente di dilatazione termica</b>	<b><math>\alpha_c = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}</math></b>
- *Calcestruzzo per strutture NON a contatto con acqua potabile (Camera di manovra del torrino piezometrico, pozzetti che non contengano liquidi ecc...):*

- **Classe di resistenza** **C35/45**
  - **Resistenza cubica caratteristica**  **$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$**
  - **Classe di esposizione** **XC4**
  - **Rapporto max a/c** **0,5**
  - **Contenuto minimo di cemento**  **$340 \text{ kg/m}^3$**
  - **Diametro max aggregati**  **$D_{max} = 32 \text{ mm}$**
  - **Classe di consistenza** **S4**
  - **Copriferro minimo**  **$c_{nom} = 50 \text{ mm}$**
  - **Resistenza cilindrica caratteristica**  **$f_{ck} = 37.3 \text{ N/mm}^2$**
  - **Resistenza a trazione media**  **$f_{ctm} = 3.3 \text{ N/mm}^2$**
  - **Modulo elastico**  **$E_c = 34077 \text{ N/mm}^2$**
  - **Coefficiente di dilatazione termica**  **$\alpha_c = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$**
- *Acciaio per c.a.:*
    - **Acciaio classe:** **B450C**
    - **Tensione caratteristica di snervamento**  **$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$**
    - **Tensione caratteristica di rottura**  **$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$**
    - **Modulo elastico**  **$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$**
    - **Coefficiente di dilatazione termica lineare**  **$\alpha_c = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$**
  - *Acciaio da carpenteria tipo S 355 (laminati a caldo)*
    - **Tensione di rottura a trazione:**  **$f_t \geq 510 \text{ N/mm}^2$**
    - **Tensione di snervamento:**  **$f_y \geq 355 \text{ N/mm}^2$**

Per maggiori informazioni di ordine strutturale, si rimanda all'elaborato di progetto D.5 "Relazione generale di calcolo delle strutture".

All'interno della vasca pensile, della capacità di circa  $250 \text{ m}^3$ , la condotta di arrivo termina con un calice del diametro massimo di 1400 mm, per consentire un più agevole stramazzo dell'acqua nella vasca. La quota del calice di arrivo è di 110,05 m s.l.m., fissata in modo da essere compatibile con tutti i funzionamenti previsti.

La vasca è dotata di sfioratore di superficie costituito da una condotta in acciaio del DN 500 che termina anch'esso con un calice con diametro massimo DN 600 e quota di sfioro pari a 110,30 m s.l.m.

Dal fondo della vasca, ubicato a quota 101,78 m. s.l.m., uno scarico di fondo del DN 200 consentirà il completo svuotamento della stessa.

Le condotte di sfioro e scarico confluiscono in un pozzetto sifonato posto all'interno della camera di manovra e da questo, mediante una condotta in PEad del DN 400, l'acqua verrà avviata

verso una trincea drenante di dimensioni di circa 20,00 m x 15,00x 4,00 m, da realizzare all'interno del piazzale recintato.

Grazie alla presenza del sistema sensore di livello-valvola a fusso precedentemente descritto, che consente la chiusura della valvola in caso di sfioro eccessivo, è stato possibile dimensionare la trincea per un valore di portata pari a circa 45 l/s equivalente a quello previsto per il lavaggio del tratto di condotta DN 1200 e non per quello massimo di progetto che avrebbe comportato sovrabbondanti dimensioni del recapito finale.

Nel caso di attivazione del sistema sensore di livello-valvola a fusso l'eccesso di acqua in condotta verrebbe smaltito in corrispondenza del torrino di Barletta dove è già presente una trincea di dimensioni idonee.

Le condotte e la carpenteria metallica all'interno del torrino e della camera di manovra dovranno essere rivestite con il seguente ciclo di pitturazione, previa sabbiatura della superficie a metallo quasi bianco (grado di pulizia Sa 21/2 della norma ISO 8501-1 o al grado SP 10 della norma SSPC VIS 1):

- mano di *primer* epossidico con fosfato di zinco bicomponente ad alto solido, a indurimento rapido e ricopribile a basse temperature per uno spessore minimo a film secco di 120 µm;
- dopo l'avvenuto essiccamento del *primer*, deve essere realizzato lo strato intermedio costituito da una vernice epossidica con fosfato di zinco bicomponente ad alto solido, a indurimento rapido e ricopribile a basse temperature per uno spessore minimo a film secco pari a 120 µm;
- quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, deve essere applicato uno strato di finitura costituito da una vernice poliuretanica bicomponente ad alto solido e alto spessore, per uno spessore minimo a film secco pari a 80 µm.

Il rivestimento finale deve avere uno spessore minimo a film secco pari a 320 µm

La finitura della superficie deve avere obbligatoriamente i seguenti colori espressi secondo la classificazione RAL:

- tubo in entrata: RAL 6018 (verde giallastro);
- tubo in uscita: RAL 6019 (verde biancastro);
- tubazioni di scarico: RAL 1021 (giallo navone);
- apparecchiature idrauliche: RAL 5015 (blu cielo);
- carpenteria metallica: RAL 1021/9005 (giallo/nero).

### 9.5.1. Dimensionamento condotta di scarico del torrino

La condotta di scarico del torrino di Molfetta avrà origine dal pozzetto sifonato interno al manufatto di disconnessione e termine nella trincea drenante da realizzare nelle vicinanze di questo su aree da espropriare.

La condotta sarà realizzata con tubazioni in polietilene tipo PE100, SIGMA 80 (MRS 10,0) del DN 400.

Il funzionamento della condotta è stato previsto a pelo libero con pendenza pari a  $i = 0,3\%$ . In corrispondenza delle variazioni planimetriche è stata prevista l'installazione di pozzetti di ispezione prefabbricati "monolitici" in calcestruzzo.

Per il dimensionamento della condotta è stata utilizzata la formula di *Chezy* (dove al posto del coefficiente di attrito  $\chi$  è stato utilizzato il coefficiente adimensionale  $C$  tale che  $\chi = C\sqrt{g}$ )

$$Q = A C \sqrt{g R i}$$

Per il calcolo di  $C$  è stata utilizzata la seguente formula di Marchi che rappresenta una estensione alle correnti a pelo libero della formula di Colebrook:

$$C = -5,75 \log \left( \frac{C}{Re} + \frac{\varepsilon}{13,3 R} \right)$$

dove:

$\varepsilon = 0,5$  è la scabrezza equivalente

$R$  è il raggio idraulico

$Re$  è il numero di Reynolds.

Con un rapporto di invaso pari al 50% risulta che nella condotta può transitare una portata pari a circa  $66 \text{ l/s} > 45 \text{ l/s}$ , quest'ultimo pari al valore della portata di lavaggio della condotta principale.

### 9.5.2. Dimensionamento di massima della trincea disperdente

In prossimità del torrino di Molfetta è stata prevista la realizzazione di una trincea disperdente quale recettore finale delle acque di lavaggio della tratta del vettore principale DN 1200 compresa tra il torrino di Barletta e quello di Molfetta.

La scelta di adottare uno scarico in trincea drenante è stato dettato dall'assenza di idonei recettori in zona.

In corrispondenza del nodo idrico di Molfetta sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche (si vedano gli elaborati D 2.1, D 2.2):

- n. 2 perforazioni ad andamento verticale eseguite a rotazione a carotaggio continuo (**S14, S15**) fino a profondità di 20 m dal p.c.;

- n. 1 prospezione sismica a rifrazione di superficie in onde P (**BS.32**) per la costruzione sismostratigrafica dei terreni,
- n. 1 prospezione sismica in onde S (**RE.MI.32**) per il calcolo dei moduli dinamici e della  $V_s$ ,eq (secondo NTC 2018);
- n. 1 prospezione geoelettrica (**ERT.32**) per la ricostruzione della elettrostratigrafica di resistività.

Dalle suddette indagini è risultato che:

- litologicamente verrà interessato un ammasso roccioso costituito da calcari biancastri stratificati abbastanza fratturati con livelli più compatti ;
- non è stata intercettata la falda acquifera, pertanto la superficie libera di questa è sicuramente posizionata ad una quota maggiore di 8 metri rispetto all'attuale piano di campagna;
- il coefficiente di permeabilità del terreno nell'area del serbatoio di Molfetta (dove sono state effettuate n. 3 prove di permeabilità di tipo *Lefranc* a carico variabile) è pari  $K=2.5 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Come portata di riferimento per il dimensionamento della trincea è stata considerata quella necessaria per il lavaggio della condotta principale, stimata pari a  $Q = 45$  l/s.

La capacità di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di *Darcy*:

$$Q_f = k \cdot A \cdot J$$

Dove:

$Q_f$  è la portata infiltrata in  $m^3/s$

$k$  è coefficiente di permeabilità che prudenzialmente è stato assunto pari a  $0,5 k_0$

$A$  è la superficie netta di infiltrazione in  $m^2$ .

$J$  è la cadente piezometrica assunta pari a 1 poichè il tirante idrico sulla superficie filtrante è paragonabile all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda è convenientemente al di sotto del fondo della trincea drenante.

Fissando come dimensioni:

$L = 20$  m lunghezza della trincea

$B = 15$  m larghezza della trincea

$\Delta h = 1,05$  m altezza utile (distanza tra fondo condotta di scarico e fondo trincea)

La superficie netta di infiltrazione è data dalla seguente espressione

$$A = L \cdot B + 2 \cdot (L+B) \cdot \Delta h = 373,5 \text{ m}^2$$

Applicando la legge di Darcy si ottiene  $Q_f = 47 \text{ l/s} > Q = 45 \text{ l/s}$ .

## **9.6. MANUFATTI DI LINEA**

### **9.6.1. Partenza dal torrino di Barletta**

Il tracciato dell'adduttore principale ha inizio nel Torrino di Barletta: l'attuale piatto cieco inserito sulla condotta esistente DN1200 verrà rimosso e verrà effettuato il collegamento della nuova tubazione in acciaio DN1200 previa demolizione di una piccola porzione della parete esterna del torrino già sagomata e predisposta per il proseguo del vettore verso Bari-Modugno (vedi allegato di progetto G.15.6: "*Torrino esistente di Barletta: nuova camera di misura e regolazione*").

Immediatamente a valle del torrino sarà realizzata una camera di misura in c.a. avente dimensioni interne 12,50 m x 3,00 m, all'interno della quale saranno alloggiati: giunto dielettrico DN1200, misuratore di portata elettromagnetico DN600, valvola a farfalla motorizzata DN1200, giunto di smontaggio DN1200, sfiato a tripla funzione DN150, giunto dielettrico DN1200, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di misura.

### **9.6.2. Scarichi**

Lungo l'intero adduttore principale in progetto, sono previsti n. 54 pozzetti di scarico, oltre n.3 scarichi a pompa in corrispondenza dei pozzetti di stacco verso i serbatoi da alimentare.

Relativamente ai n. 54 scarichi a servizio dell'adduttore principale, ne sono stati individuati n.6 principali, tutti ubicati in prossimità di importanti incisioni naturali, al fine di poterle utilizzare come recapito finale. Precisamente:

- n.3 lungo il primo tratto (dal torrino di Barletta esistente al torrino di Molfetta), ubicati in prossimità di Lama di Pietra, Lama Giulia e Lama Lioy;
- n.3 lungo il secondo tratto (dal torrino di Molfetta al serbatoio di Bari-Modugno), ubicati in prossimità di Lama Cupa e Lama Balice (n.2).

I restanti n. 48 scarichi, detti secondari, avranno funzionamento a pompa con scarico sul suolo. Gli scarichi principali, durante le operazioni di svuotamento del generico sifone, dovranno essere attivati prioritariamente, in modo da allontanare la gran parte del volume contenuto nella condotta ed abbassare conseguentemente il carico sui rimanenti scarichi.

In questa prima fase il valore della portata di scarico deve essere tale da non recare danno al corpo ricettore. Solo successivamente saranno azionati i necessari scarichi secondari al fine di limitare lo scarico sul suolo e ridurre l'impatto con i suoli contigui. In questa seconda fase il tempo di

svuotamento deve essere compatibile con la portata d'aria massima imposta dagli sfiati per evitare pericolose depressioni in condotta.

Le apparecchiature di scarico saranno ubicate all'interno di pozzetti in calcestruzzo armato delle dimensioni interne 2,80 m x 2,50 m, con pareti dello spessore 30 cm e soletta di fondazione di 40 cm.

Le condotte di allontanamento degli scarichi principali saranno realizzate con tubazioni in PVC DN 200, le quali scaricano in un manufatto di restituzione in gabbioni metallici riempiti di pietrame.

Relativamente, invece, ai n.3 scarichi in corrispondenza dei pozzetti di stacco verso i serbatoi da alimentare, essi avranno funzionamento a pompa con scarico sul suolo e le apparecchiature saranno ubicate all'interno degli stessi pozzetti di presa in carico dall'adduttore principale. Tale tipologia è adottata per le diramazioni verso i serbatoi di Bisceglie, Giovinazzo e Palese - S. Spirito.

Inoltre, all'interno delle camere di manovra esistenti dei serbatoi di Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Palese-S. Spirito, sono stati previsti degli scarichi per lo svuotamento ed il lavaggio delle nuove condotte di diramazione e realizzarsi e la realizzazione, esternamente alle esistenti camere di manovra dei serbatoi di Trani, Bisceglie e Palese - S.Spirito, di una vasca di lavaggio in c.a.

Relativamente all'arrivo della adduttrice principale presso il serbatoio di Bari-Modugno, nella camera di misura e regolazione di nuova realizzazione è prevista una tubazione DN200 per lo scarico delle acque di lavaggio confluite in una vasca di trattamento anch'essa di nuova realizzazione; le acque confluiranno poi nella tubazione di scarico in c.a. esistente.

### **9.6.3. Sfiati**

La sicurezza di funzionamento di una condotta in pressione è legata al controllo:

- dell'evacuazione d'aria accumulata nei vertici altimetrici della condotta durante l'esercizio della stessa;
- dell'evacuazione dell'aria in fase di riempimento della condotta;
- del rientro di grossi volumi di aria in fase di svuotamento della condotta, sia in caso di manutenzione, che provocato da cause accidentali (rotture).

L'aria accumulata riduce la sezione di passaggio dell'acqua, provocando perdite di carico anormali e in certi casi realizza effettive ostruzioni che, comportandosi come cuscinetti *elastici*, provocano oscillazioni di portate e pressioni nocive.

Per tale motivo nelle cuspidi altimetriche delle condotte è prevista l'installazione di valvole di sfiato automatico a tre funzioni (degasaggio, svuotamento e riempimento delle condotte).

Gli sfiati, dunque, sono uno strumento indispensabile per evacuare o immettere aria in condotta e mantenere la stessa libera dagli ostacoli creati dalla presenza d'aria.

Riempimento della condotta. Il deflusso dell'aria nella fase di riempimento della condotta deve sempre verificarsi con la giusta uniformità per scongiurare l'instaurarsi di situazioni transitorie di una certa entità. La portata volumetrica d'aria evacuata dipende dalla sezione di sfiato (d) e dalla velocità di riempimento della condotta (V), correlati dalla seguente relazione:

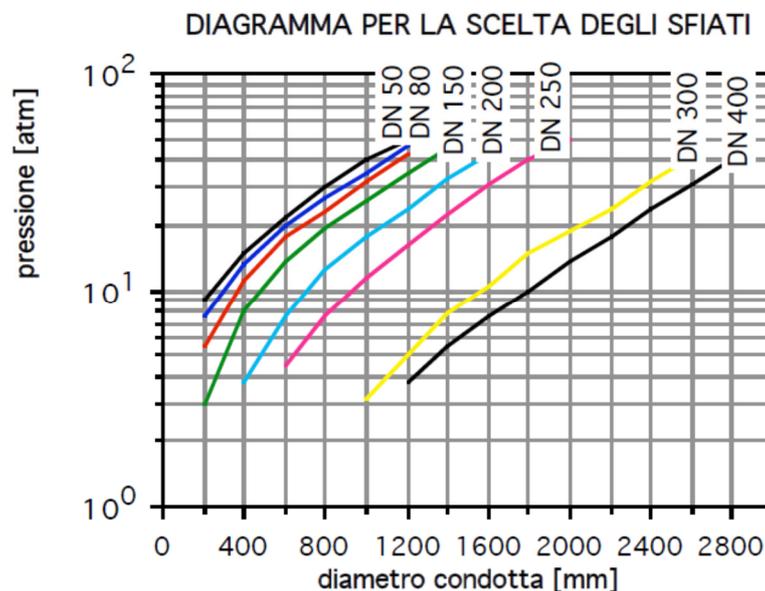
$$\frac{d}{D} = \sqrt{\frac{V}{195}}$$

Queste grandezze devono essere tarate in modo tale da creare, durante la fase il riempimento, pressioni differenziali in corrispondenza del foro di uscita mai superiori a circa 0,1 bar, oltre il quale il deflusso dell'aria può provocare accelerazioni non trascurabili della colonna idrica, causa della formazione di rilevanti sovrappressioni dinamiche.

Degasaggio. Il fenomeno sopra descritto non si riscontra durante l'esercizio della condotta, poiché il degasaggio continuo richiede piccole fuoriuscite d'aria e non porta a grossi problemi di sovrappressioni dinamiche.

Svuotamento della condotta. Parimenti importante è evitare, in caso di svuotamento, il verificarsi di depressioni all'interno delle tubazioni (mai superiori a -0,3 bar) che potrebbero compromettere sia la statica del tubo, sia il regolare deflusso dell'acqua; pertanto è necessario in entrata un volume d'aria tale da compensare quello liquido che fuoriesce dagli scarichi.

Per una rapida scelta degli sfiati si è fatto riferimento al diagramma sotto riportato, che pone in relazione la pressione di esercizio dell'acquedotto espressa in atm con il diametro della tubazione da servire



Per le condotte DN 1200 e DN 1000 dell'acquedotto principale (adduttore) si sono adottati sfiati del diametro DN 300, poiché la pressione di esercizio risulta sempre inferiore a 6 atm.

Per le diramazioni verso i serbatoi, invece, si sono adottati sfiati DN 150 per le condotte DN 400 (diramazioni per Trani, Bisceglie e Molfetta) e DN 300 (diramazione per Palese - S. Spirito), mentre per la condotta DN 200 (diramazione per Giovinazzo) si è adottato sfiato DN 100.

Lungo l'adduttore, le valvole di sfiato saranno montate all'interno di camerette in calcestruzzo armato, sufficientemente ampie e facilmente accessibile per consentire le operazioni di manutenzione e ispezione. Esse avranno dimensioni interne 2,20 m x 2,40 m, con pareti dello spessore di 30 cm e soletta di fondazione di 40 cm.

Lungo le diramazioni, invece, le valvole di sfiato saranno montate:

- all'interno dei pozzetti di presa in carico da cui hanno origine le diramazioni stesse, per le diramazioni che hanno un profilo altimetrico discendente verso i serbatoi (diramazione per Trani);
- all'interno delle camere di manovra dei serbatoi per le diramazioni che hanno un profilo altimetrico ascendente verso i serbatoi (diramazioni per Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Palese-S. Spirito).

Le apparecchiature saranno installate in posizione rigorosamente verticale e su di una tubazione di derivazione, provvista di saracinesca di intercettazione.

#### **9.6.4. Prese in carico**

Lungo il tracciato dell'adduttore principale sono state previste delle prese in carico per l'alimentazione dei nuovi serbatoi di Trani, Bisceglie, Giovinazzo e Palese - S.Spirito; il nuovo serbatoio di Molfetta verrà invece alimentato direttamente dal Torrino di nuova realizzazione.

Ad esclusione della presa per Trani e Palese - S.Spirito, le opere di derivazione risultano prossime ai rispettivi manufatti di accumulo.

Le apparecchiature idrauliche di presa in carico consistono in una valvola di intercettazione (valvola a farfalla o saracinesca a cuneo gommato), seguita da giunto di smontaggio di pari diametro e da sfiato o scarico a pompa.

Tali organi idraulici saranno ubicati all'interno di camerette in calcestruzzo armato delle seguenti dimensioni:

- dimensioni interne 2,50 m x 3,00 m, con pareti dello spessore 30 cm e soletta di fondazione di 40 cm, per tutti i pozzetti di presa in carico (prese per Trani, Bisceglie, Giovinazzo e Palese - S. Spirito).

### **9.6.5. Arrivo al serbatoio di Bari-Modugno**

Il tracciato dell'adduttore principale termina alla progr. 47.662,32 alimentando il Serbatoio di Bari-Modugno (vedi allegato di progetto G.19: "*Serbatoio di Bari-Modugno nuovo: Particolari adduzione e scarico e profilo longitudinale condotta di scarico*").

A monte dell'ingresso nella camera di manovra esistente del serbatoio, verrà realizzata una camera di misura e regolazione in c.a. avente dimensioni interne 12,50 m x 3,00 m, all'interno della quale saranno alloggiati: giunto dielettrico DN1000, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a farfalla motorizzata DN1000, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a fuso di regolazione motorizzata DN600, misuratore di portata elettromagnetico DN500, giunto di smontaggio DN1000, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

A monte della valvola a farfalla DN1000 è inserita una tubazione in acciaio DN200 con saracinesca di pari diametro, per l'allontanamento delle acque il lavaggio verso la vasca di trattamento in c.a. di nuova realizzazione ed il successivo smaltimento all'interno della esistente condotta di scarico in c.a.

Il collegamento della condotta adduttrice DN1000 nella camera di manovra del serbatoio esistente, avviene con innesto sulla flangia esistente sul piezometro anch'esso esistente - nel quale converge la condotta adduttrice del DN1200 alimentata del vettore "Andria-Bari" -, previo inserimento sulla condotta di progetto, nel tratto immediatamente a monte, di giunto di smontaggio DN1000 e valvola a farfalla motorizzata DN1000. Sul piatto cieco posto al termine della condotta adduttrice, immediatamente a valle dell'innesto nel piezometro esistente, è inserita una tubazione DN100 per il lavaggio e lo scarico del tratto terminale della condotta di nuova realizzazione.

### **9.6.6. Vasca di trattamento delle acque di lavaggio**

Relativamente all'arrivo della adduttrice principale presso il serbatoio di Bari-Modugno, nella camera di misura e regolazione di nuova realizzazione è prevista una tubazione DN200 in acciaio per lo scarico delle acque di lavaggio, confluyente in una vasca di trattamento anch'essa di nuova realizzazione; le acque confluiranno poi nella tubazione di scarico in c.a. esistente.

Il trattamento consiste nella sedimentazione del materiale sospeso e nella disoleatura.

Per il dimensionamento del comparto di sedimentazione delle acque di lavaggio, si è considerata una portata di lavaggio di 50 l/s, al pari di quella utilizzata per il dimensionamento della trincea drenante di nuova realizzazione a Molfetta.

## DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI DISSABBIATURA SECONDO LA TEORIA DI STOKES-NEWTON

La sedimentazione ha come obiettivo la separazione dall'acqua di particelle solide in essa presenti caratterizzate da peso specifico maggiore, con conseguente precipitazione delle stesse tale da determinare un deposito sul fondo della vasca. I meccanismi con cui questa separazione si svolge, pur essendo determinati sempre dalla forza di gravità, dipendono fortemente dalla tipologia delle particelle e dalla loro concentrazione e può essere schematizzata nel cosiddetto processo di sedimentazione discreta di particelle isolate.

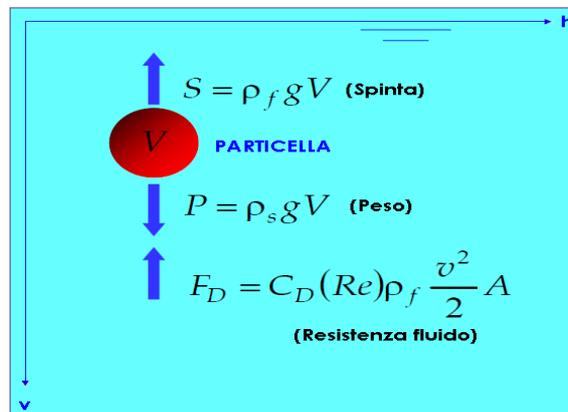


Figura 9.6.5.1: Schematizzazione forze agenti sulla particella

Spesso, negli impianti reali, nello stesso processo di sedimentazione si può avere, in serie o in concomitanza con diversi meccanismi di rimozione come, per esempio, la flottazione (disoleazione degli olii e liquidi leggeri non emulsionati). Tale tipo di sedimentazione (o flottazione), può essere studiata attraverso le leggi della separazione gravimetrica formulate da *Stokes-Newton*.

Per il dimensionamento della vasca di dissabbiatura, nota la portata del fluido in ingresso, pari a  $Q = 50 \text{ l/s}$ , il diametro  $d_s$  pari a  $0,200 \text{ mm}$  ( $\equiv 0,0002 \text{ m}$ ) e la densità delle particelle sabbiose  $\gamma$  pari a  $2600 \text{ Kg/m}^3$ ,

sospese nell'acqua alla temperatura media  $15^\circ\text{C}$ , si determina la velocità limite di sedimentazione  $v_0$  delle particelle, che si vogliono rimuovere, attraverso la legge di *Stokes*:

$$v_0 = \frac{1}{18} \cdot g \cdot \frac{(\rho_s - \rho_f)}{\mu_f} \cdot d_s^2$$

dove

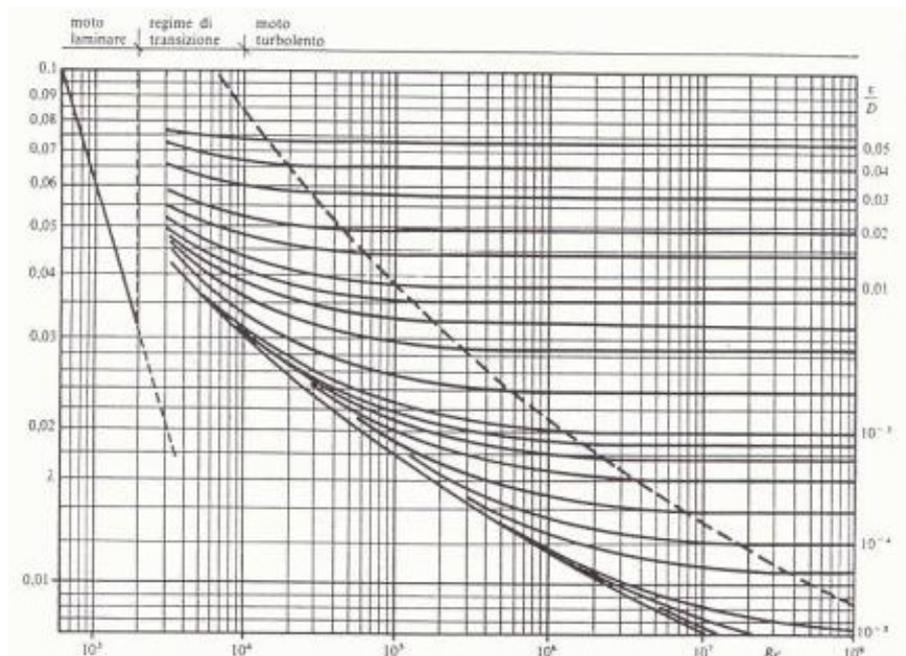
$v_0$  = velocità ascensionale data da  $Q/A$  [m/s];

$Q$  = portata in ingresso [m<sup>3</sup>/s];

$S =$  superficie della vasca di dissabbiatura [ $m^2$ ];  
 $g = 9,80665$  accelerazione di gravità [ $m/s^2$ ];  
 $\rho_s = 2600$  densità delle particelle solide a  $15\text{ }^\circ C$  [ $kg/m^3$ ];  
 $\rho_f = 999,1026$  densità dell'acqua a  $15\text{ }^\circ C$  [ $kg/m^3$ ];  
 $\mu_f = 0,0011545$  viscosità dinamica dell'acqua [ $Kg/(m \cdot s)$ ];  
 $d_s = 0,0002$  diametro delle particelle sedimentabili [ $m$ ];  
 $\nu_f = 0,000001155$  viscosità cinematica dell'acqua [ $m^2/s$ ];  
 $\Phi = 0,85$  fattore di forma [-];  
 che, nel caso in esame vale  $v_0 = 0,026$  m/s.

Nota la velocità limite di sedimentazione è necessario verificare il valore del numero di Reynolds (includendovi il fattore di forma), per verificare se si è, effettivamente, in condizioni di regime laminare:

$$Re = \Phi \cdot \frac{v_0 \cdot d_s}{\nu_f} = 4,45 > 1,00$$



**Figura 9.6.5.2:** Abaco di Moody

Essendo  $Re > 1$  per il calcolo della velocità di sedimentazione in regime di moto di transizione è necessario applicare l'equazione di Newton, determinando dapprima il coefficiente di attrito:

$$C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0,34 = 7,16$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_f) \cdot d}{3000 C_d \cdot \Phi}} = 0,026 \text{ m/s}$$

Poichè il valore assunto inizialmente con quello della velocità coincide, per approssimazione, in eccesso, con quello ora determinato si adotta, ai fini pratici, quest'ultimo valore.

Le particelle solide saranno, inoltre assoggettate anche ad una velocità di trasporto orizzontale  $v_1$  data da:

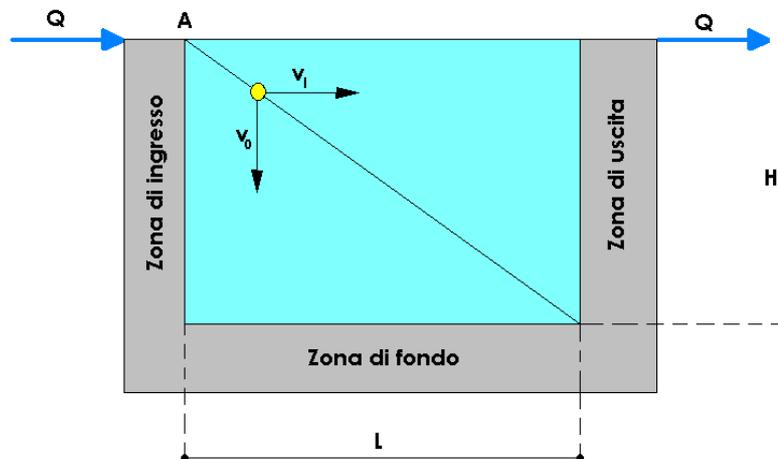
$$v_1 = \frac{Q}{(B \cdot H)}$$

dove:

B = la larghezza della vasca,

H = l'altezza utile di decantazione,

B · H costituisce la sezione trasversale della vasca.



**Figura 9.6.5.3:** Sezione utile di sedimentazione

Le particelle che entrano nella vasca hanno modo di decantare se la velocità di sedimentazione  $v_0$  è tale per cui la traiettoria ricade entro la lunghezza utile della vasca. Tale condizione è soddisfatta se:

$$v_0 \geq \frac{Q}{L \cdot B} = \frac{Q}{S}$$

Affinché ciò accada il tempo di percorrenza orizzontale, ottenuto dalla seguente:

$$t_0 \frac{L}{v_1} = L \cdot \frac{(H \cdot B)}{Q}$$

deve essere superiore o al più uguale al tempo di percorrenza verticale:

$$t_v = \frac{H}{v_0}$$

e tale condizione è soddisfatta quando:

$$\frac{Q}{L \cdot (H \cdot B)} \leq \frac{v_0}{H}$$

ossia:

$$v_0 \geq \frac{Q}{L \cdot B} = \frac{Q}{S}$$

dove S rappresenta la superficie orizzontale del decantatore.

Questa, nota velocità di sedimentazione  $v_0$ , consente di ricavare la superficie minima di decantazione S:

$$S_s = \frac{Q}{v_0} \cong 1,92 \text{ m}^2.$$

Per una data portata in ingresso, l'efficienza del processo di sedimentazione risulta influenzato unicamente dalla superficie S e non dal volume (quindi dal tempo di ritenzione idraulica) né, tanto meno dalla profondità della vasca. Dal valore di S, fissati per B un valore  $B = 1,85 \text{ m}$  e per la profondità  $H = 1,40 > H_{\min} = 0,75 \text{ m}$  (livello liquido minimo: API P. N° 421:1990), comprensiva di un'altezza pari a 0,35 m per stoccaggio delle sabbie e di un'altezza pari a 0,15 m per stoccaggio del flottato (UNI EN 858:2002), si ricava una lunghezza utile minima della vasca, di:

$$L = \frac{S}{B} \cong 1,04 \text{ m}$$

con  $L/B \geq 1,5$ ,  $L=2,77 \text{ m}$

Si adottano, quindi, un valore di  $B = 1,85 \text{ m}$ , di  $L = 2,80 \text{ m}$  e di  $H = 1,40 \text{ m} \leq H_{\max} = 2,50 \text{ m}$ .

Con tale grandezza che si verifica la velocità di trasporto del fluido:

$$v_1 = \frac{Q}{B \cdot H} = 0,019 \text{ m/s} < 0,30 \text{ m/s};$$

$$v_0 = 0,026 \text{ m/s};$$

$$v_1/v_0 = 0,74$$

Quando l'acqua è in moto, con velocità  $v_1$ , anche se trattasi delle modeste velocità di trasporto ( $\leq 0,30 \text{ m/s}$ ), le pulsazioni turbolente riducono la velocità di caduta (o sedimentazione  $v_0$ ) e, pertanto, può assumersi, per porre in conto questo effetto dinamico, la seguente espressione del fattore F di turbolenza:

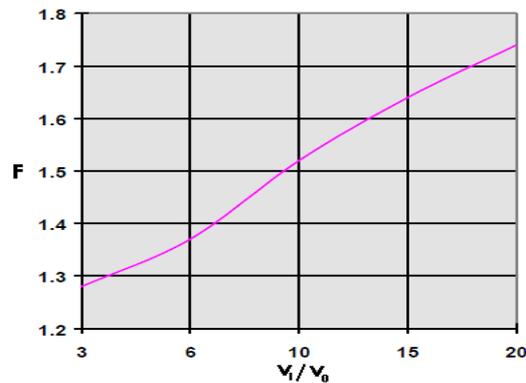
$$F = 1,2 \cdot (0,9865 - 3 \cdot 10^{-5} \cdot v_1/v_0 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot v_1/v_0 + 25 \cdot 10^{-3} \cdot v_1/v_0) = 1,206$$

L'area utile della vasca quindi, vale:

$$S' \cdot S \approx 6,50 \text{ m}^2 > SS \cdot F = 6,25 \text{ m}^2$$

Dimensionando il comparto di sedimentazione con una lunghezza utile di 3,50 m.

Tale dimensionamento consente di smaltire eventualmente una portata di lavaggio superiore rispetto ai 50 l/s ipotizzati, sino a 169 l/s.



**Figura 9.6.5.4:** Valori di F al variare dei valori di  $v_1/v_0$

Il volume utile minimo della vasca di dissabbiatura è  $V_S = 6,50 \times 0,35 \approx 2,30 \text{ m}^3$  (Volume stoccaggio sabbie).

Il comparto di sedimentazione della vasca di trattamento delle acque di lavaggio del vettore avrà pertanto le seguenti dimensioni utili: 3,50 m x 1,85 m x 1,40 m (h).

La vasca di trattamento, sarà costituita da un comparto di sedimentazione ed uno di disoleazione per uno sviluppo netto complessivo in lunghezza di 5,90 m, larghezza di 1,85 m e altezza utile di 1,40 m.

## 10. CENSIMENTO ED IPOTESI DI SOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Nel Progetto è previsto elaborato specifico riguardante il Censimento e Progetto di risoluzione delle interferenze.

Con lo studio si è proceduto ad effettuare il censimento di tutte le opere e sottoservizi interferenti e ad attuare le misure necessarie alla loro risoluzione puntuale.

L'individuazione e risoluzione delle interferenze ha seguito il seguente approccio metodologico contraddistinto dalle seguenti attività:

- indagini informative: attraverso il coinvolgimento formale (CdS, note ufficiali agli enti interferenti, ecc).
- indagini topografiche
- indagini georadar
- ricognizione ed organizzazioni dei risultati di indagine.
- progetto di risoluzione delle interferenze rilevate.

### 10.1. ENTI INTERFERENTI

Per l'acquisizione dei pareri, nulla osta, assensi e prescrizioni degli enti interferenti si è utilizzata la Procedura della Conferenza di Servizi (Legge n.241/1990 e ss.mm. e ii.). Nell'ambito di tale procedura, l'Autorità Idrica Pugliese ha provveduto a convocare i seguenti Enti e Gestori terzi di servizi di pubblica utilità:

- Comune di Barletta
- Comune di Andria
- Comune di Trani
- Comune di Bisceglie
- Comune di Molfetta
- Comune di Giovinazzo
- Comune di Bitonto
- Provincia BAT
  - VII settore Urbanistica, Assetto del Territorio, PTCP, Paesaggio, Genio Civile e Difesa del suolo;
  - V settore Infrastrutture, Viabilità, Trasporti, Concessioni, Espropriazioni e Lavori Pubblici;
  - VI settore Polizia Provinciale – Protezione Civile, Agricoltura e Aziende Agricole - Personale

- Città Metropolitana di Bari
  - Servizio Edilizia Pubblica, Trasporti, Territorio e Ambiente;
- Regione Puglia
- Dipartimento Agricoltura, Sviluppo rurale e Tutela dell'ambiente – Sezione Agricoltura – Servizio Provinciale dell'Agricoltura Bari;
  - Assessorato all'Ecologia – Commissione tecnica per la tutela degli alberi monumentali;
  - Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, Opere pubbliche e Paesaggio – Sezione Ecologia – servizio VIA e VINCA;
  - Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, Opere pubbliche e Paesaggio – Sezione Ecologia – servizio attività estrattive;
  - Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, Opere pubbliche e Paesaggio – Sezione Assetto del Territorio – servizio PARCHI;
  - Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, Opere pubbliche e Paesaggio – Sezione Assetto del Territorio – servizio Attuazione Pianificazione Paesaggistica;
  - Dipartimento Sviluppo economico, Innovazione Istruzione, Formazione e Lavoro – Sezione Energie Rinnovabili, Reti ed Efficienza energetica – Servizio Energie Rinnovabili e Reti;
  - Dipartimento Risorse finanziarie e strumentali, Personale e Organizzazione – Sezione Demanio e Patrimonio – Servizio Parchi e Tratturi;
  - Dipartimento Risorse finanziarie e strumentali, Personale e Organizzazione – Sezione Demanio e Patrimonio – Ufficio Parchi e Tratturi;
  - Dipartimento Mobilità, Qualità urbana, Opere pubbliche e Paesaggio – Sezione Lavori pubblici – Servizio Coordinamento Strutture Tecnico Provinciali Bari/Foggia;
  - Dipartimento Agricoltura, Sviluppo rurale e Tutela dell'ambiente – Sezione Foreste;
  - Sezione Risorse Idriche;
  - Sezione Lavori Pubblici;
  - Agenzia Regionale Attività Irrigue e Forestali;
- Soprintendenza Archeologia, Belle arti, e Paesaggio - Provincia BAT-FG
- Soprintendenza Archeologia, Belle arti, e Paesaggio - Provincia BA
- Ente Parco Naturale Regionale Lama Balice
- Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione e la Trasformazione Fondiaria in Puglia, Lucania e Irpinia (E.I.P.L.I.)

- Consorzio di Bonifica Terre D'Apulia
- ASL BARI
- ASL BARI – Dipartimento Prevenzione
- ASL BAT
- Autorità di Bacino della Puglia
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti:
  - Dipartimento per le Infrastrutture, i Sistemi Informativi e Statistici - Direzione Generale per la Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali -Ufficio Ispettivo Territoriale di Roma
  - Dipartimento per le Infrastrutture, i Sistemi Informativi e Statistici - Direzione Generale per la Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali
- Ministero della Difesa – 10° Reparto Infrastrutture di Napoli per il Centro, Sud e Isole
- Aeronautica Militare – Comando 3^ Regione Aerea di Bari
- Ferrotramviaria Spa - Direzione Generale Trasporto
- Telecom Italia Spa - Direzione Generale
- AMET Spa
- Terna Spa Rete Italia - Direzione Territoriale Centro Sud
- Enel Distribuzione Spa
- Snam Rete Gas Spa – Centro di Matera
- Gas Natural Distribuzione Italia Spa - NEDGIA
- 2i Rete Gas Spa
- Italgas – Distretto Sud
- Autostrade per l'Italia Spa
- Autostrade per l'Italia Spa – Distretto 8° Tronco
- Sorgenia Puglia SpA
- AQP Spa - Vettori e Approvvigionamento

Degli Enti sopra elencati si sono espressi con il proprio parere:

- Comune di Barletta
- Comune di Trani
- Comune di Molfetta
- Comune di Giovinazzo
- Comune di Bitonto
- Provincia BAT
  - VII settore Urbanistica, Assetto del Territorio, PTCP, Paesaggio, Genio Civile e Difesa del suolo;

- V settore Infrastrutture, Viabilità, Trasporti, Concessioni, Espropriazioni e Lavori Pubblici;
- Regione Puglia
  - Dipartimento Agricoltura, Sviluppo rurale e Tutela dell'ambiente – Sezione Agricoltura – Servizio Provinciale dell'Agricoltura Bari;
- Soprintendenza Archeologia, Belle arti, e Paesaggio - Provincia BAT-FG
- Soprintendenza Archeologia, Belle arti, e Paesaggio - Provincia BA
- Ente Parco Naturale Regionale Lama Balice
- Consorzio di Bonifica Terre D'Apulia
- ASL BARI
- Autorità di Bacino della Puglia
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- Ministero della Difesa – 10° Reparto Infrastrutture di Napoli per il Centro, Sud e Isole
- Aeronautica Militare – Comando 3<sup>a</sup> Regione Aerea di Bari
- Ferrotramviaria Spa - Direzione Generale Trasporto
- AMET Spa
- Terna Spa Rete Italia - Direzione Territoriale Centro Sud
- Enel Distribuzione Spa
- Snam Rete Gas Spa – Centro di Matera
- Gas Natural Distribuzione Italia Spa - NEDGIA
- 2i Rete Gas Spa
- Italgas – Distretto Sud
- Autostrade per l'Italia Spa
- AQP Spa - Vettori e Approvvigionamento

Per il contenuto dei pareri si rimanda alla relazione descrittiva sul censimento e risoluzione delle interferenze nonché alla relazione “Esiti della Conferenza di Servizi preliminare e prescrizioni Soggetti terzi”.

## **10.2. INDIVIDUAZIONE ATTRAVERSAMENTI ED INTERFERENZE:**

I Comuni coinvolti nella realizzazione del Progetto “Locone II Lotto” sono i seguenti:

- Barletta
- Andria
- Trani
- Bisceglie

- Molfetta
- Giovinazzo
- Bitonto

I comuni di Barletta, Andria, Trani e Bisceglie appartengono alla provincia BAT, “Barletta – Andria – Trani”, mentre quelli di Molfetta, Giovinazzo e Bitonto appartengono alla Città Metropolitana di Bari.

Per ogni Comune, nella relazione sul censimento e risoluzione delle interferenze allegata al progetto, è stata prodotta una tabella sinottica con l’individuazione delle interferenze, indicando il nr. di picchetto, la progressiva chilometrica e la tipologia di interferenza.

Le tipologie di interferenze individuate nelle tabelle sinottiche sono le seguenti:

- Attraversamenti di Strade Provinciali
- Attraversamenti di impianti irrigui
- Attraversamenti di reticoli idrografici
- Attraversamenti di linee ferroviarie
- Interferenze con elettrodotti e con linee aeree elettriche
- Attraversamenti di gasdotti
- Attraversamenti autostradali
- Interferenze con condotte idriche e fognanti di Acquedotto Pugliese.

Per le interferenze con le Strade Provinciali sono stati coinvolti gli uffici competenti della Provincia BAT e della Città Metropolitana di Bari.

Per le interferenze con gli impianti irrigui è stato coinvolto il Consorzio di Bonifica Terre D’Apulia.

Per le interferenze con il reticolo idrografico è stata coinvolta l’Autorità di Bacino della Puglia.

Per le interferenze con le linee ferroviarie è stata coinvolta la Ferrotramviaria Spa.

Per le interferenze con gli elettrodi e con le linee elettriche aeree sono stati coinvolti l’Amet Spa, La Terna rete Italia Spa, Enel Distribuzione Spa.

Per le interferenze con i gasdotti sono stati coinvolti Snam Rete Gas, Gas Natural Distribuzione Italia SpA, 2i Rete Gas Spa e Italgas Reti Spa.

Per le interferenze con autostrade è stata coinvolta Autostrade per l’Italia.

In merito agli attraversamenti/interferenze di cui sopra ogni ente si è espresso con un proprio parere, assenso, nulla osta e/o prescrizione che è stato recepito nel proseguo della progettazione.

### **10.3. ATTRAVERSAMENTI NO DIG**

#### **10.3.1. Attraversamento Ferroviario**

L'adduttrice principale nel tratto DN 1000 attraversa la Ferrovia Bari Nord al picchetto 1058, progressiva 40.968,32 m; l'asse della condotta forma con quello della ferrovia un angolo di circa 90°. Tale attraversamento, sottopasserà anche la SP91 data la estrema vicinanza tra le due infrastrutture ferroviaria e viaria (Elaborato G.25).

L'attraversamento della sede ferroviaria sarà realizzato con la tecnica costruttiva dello "spingitubo" con la realizzazione di due pozzetti di ispezione a monte e a valle dell'attraversamento.

Un controtubo in acciaio protegge la condotta in progetto, anch'essa in acciaio, lasciando, mediante appositi collari distanziatori in plastica, un'intercapedine di 20 cm.

La condotta in progetto avrà andamento per lo più perpendicolare all'asse ferroviario ed una pendenza longitudinale maggiore, in valore assoluto, dello 0.64%.

Il tubo di protezione avrà uno spessore adeguato a sopportare le sollecitazioni interne ed esterne, comunque superiore a 4 mm, e diametro DN 1400 il quale forma una intercapedine sufficiente per garantire lo smaltimento della massima portata in condotta, pari a 587 l/s.

Inoltre, al fine di garantire la fuoriuscita dell'acqua in caso di rottura della tubazione al di sotto della sede, è stata prevista, per il pozzetto realizzato a quota più bassa, la realizzazione di una soglia di sfioro grigliata, che consenta la fuoriuscita dell'acqua raccolta.

#### **10.3.2. Attraversamenti autostradali**

Le opere in progetto attraverseranno in due punti distinti l'Autostrada Adriatica A14: con l'adduttrice principale del DN 1200, al picchetto 111, progressiva 4.117,28 m dell'adduttore e Km 631 dell'autostrada; con la diramazione per Trani del DN 400, alla progressiva 355,75 m della condotta e Km 638,75 dell'autostrada (Elaborato G.24).

Entrambe le condotte in acciaio in progetto del DN 1200 e del DN 400, saranno contenute in tubi di protezione anch'essi in acciaio, rivestiti esternamente con vernici protettive idonee.

Tali tubi guaina avranno spessore idoneo a sopportare le sollecitazioni interne ed esterne e diametri tali (DN 1600 nel primo caso e DN 800 nel secondo) da formare una intercapedine sufficiente per garantire lo smaltimento della massima portata in condotta pari a 1.231 l/s per l'adduttore principale e 200 l/s per la diramazione del DN 400.

Il tubo di protezione verrà infisso nel terreno mediante apposite apparecchiature con sistema a "spingitubo" ad una profondità tale che tra il piano stradale e la generatrice superiore del controtubo, venga garantita una distanza di almeno 2 m.

Anche in questo caso all'interno del tubo guaina la condotta verrà posata mediante opportuni collari distanziatori di materiale isolante non deteriorabile, applicati in modo da non occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e tali da consentire il libero deflusso delle acque.

A monte e valle del tubo di protezione saranno ubicati due pozzetti di ispezione muniti di botole di accesso: in quello di monte per l'attraversamento al Km. 631 ed in quello di valle per l'attraversamento al Km. 638,75, è prevista una apertura laterale (luce di sfioro), dotata di grata di protezione, opportunamente dimensionata per consentire lo smaltimento dell'intera portata transitante in caso di rottura della tubazione.

I due pozzetti saranno parzialmente fuori terra per una altezza dal piano campagna di circa 50 cm, al fine di impedire la penetrazione delle acque meteoriche.

La pendenza dei tubi è pari a 1,51 % per la tubazione di adduzione principale e 0,39% per la diramazione per Trani, verso il pozzetto dotato di luce di sfioro.

### ***10.3.3. Attraversamenti Strade Provinciali***

Come si rileva dalle planimetrie e dai profili longitudinali allegati al presente progetto, l'adduttore principale intersecherà in diversi punti, lungo il suo tracciato, alcune strade provinciali nei territori provinciali di Bari e BAT.

Le intersezioni rilevate sono 17 relativamente al vettore principale, di cui 10 con strade provinciali della provincia di Bari e 7 con strade provinciali della provincia di BAT, e una relativamente alla diramazione per il serbatoio di Palese-S.Spirito nuovo (Elaborati G.26.1 e G.26.2).

Di seguito si riportano due tabelle riassuntive in cui sono riassunte le interferenze del vettore principale con le strade provinciali con le seguenti informazioni: SP interessata, progressiva dell'adduttore nel punto di intersezione, DN dell'adduttore e DN del relativo controtubo nel quale la condotta è inserita.

Mentre l'attraversamento della SP218 da parte della diramazione verso il serbatoio di Palese-S.Spirito nuovo, ha origine al picchetto 5 alla progressiva 143,27 e fine al picchetto 8 alla progressiva 166,67. La condotta è del DN300 mentre il controtubo è del DN500.

Le condotte in acciaio in progetto, saranno contenute in tubi di protezione anch'essi in acciaio, rivestiti esternamente con vernici protettive idonee.

Tali tubi guaina avranno spessore idoneo a sopportare le sollecitazioni interne ed esterne e diametri tali da formare una intercapedine sufficiente per garantire lo smaltimento della massima portata in condotta.

PROVINCIA DI B.A.T

SFIORO A MONTE

I.D. attraversamento	Numero picchetto iniziale	Numero picchetto finale	Progressiva iniziale (m)	Progressiva finale (m)	DN condotta (mm)	DN controtubo (mm)	L (m)	a (m)	b (m)	A (m)	B (m)	H (m)	i (%)
S.P. 130	97	99	3686.61	3704.39	1200	1600	17.78	5.10	5.10	4.00	3.92	2.36	-2.33
S.P. 168	208	209	8271.12	8279.06	1200	1600	7.94	8.20	4.00	4.29	4.32	2.37	-0.74
S.P. 86	490	492	19713.92	19719.76	1200	1600	5.84	5.20	5.90	4.74	4.87	2.63	-1.80
S.P. 23	536	537	21550.87	21555.37	1200	1600	4.50	6.90	7.00	4.90	4.93	2.86	-0.69
S.P. 85	438	440	17677.72	17684.02	1200	1600	6.30	5.20	5.10	4.74	5.02	2.85	0.51

SFIORO A VALLE

I.D. attraversamento	Numero picchetto iniziale	Numero picchetto finale	Progressiva iniziale (m)	Progressiva finale (m)	DN condotta (mm)	DN controtubo (mm)	L (m)	a (m)	b (m)	A (m)	B (m)	H (m)	i (%)
S.P. 13	184	185	7335.58	7345.51	1200	1600	9.93	9.70	9.70	4.83	4.99	2.99	0.50
S.P. 238	296	297	12031.16	12045.30	1200	1600	14.14	25.20	18.90	3.69	3.98	2.72	0.66

CITTA' METROPOLITANA DI BARI

SFIORO A MONTE

I.D. attraversamento	Numero picchetto iniziale	Numero picchetto finale	Progressiva iniziale (m)	Progressiva finale (m)	DN condotta (mm)	DN controtubo (mm)	L (m)	a (m)	b (m)	A (m)	B (m)	H (m)	i (%)
S.P. 56	597	598	23976.97	23983.57	1200	1600	6.60	5.20	5.20	4.68	4.59	2.54	-1.22
S.P. 112	667	668	26785.96	26796.74	1200	1600	10.78	5.20	4.80	4.91	5.18	2.92	0.50
S.P. 55	751	752	29944.56	29950.36	1200	1600	5.80	4.80	5.00	4.35	4.27	2.23	-1.51
S.P. 218	1087	1089	42086.15	42114.18	1000	1400	9.00	10.00	6.30	4.78	4.71	2.82	-0.65
S.P. 156 compl.	1095	1096	42207.95	42215.99	1000	1400	8.04	3.70	33.10	4.54	4.54	2.55	-0.65
S.P. 156	1097	1098	42229.91	42244.01	1000	1400	14.10	25.70	5.00	4.54	4.54	2.53	-0.65
S.P. 231	1155	1156	44311.26	44321.55	1000	1400	10.29	11.80	11.10	6.56	4.37	5.71	-16.55
S.P. 218	1168	1169	44758.21	44765.68	1000	1400	7.47	5.30	1.70	5.08	5.02	3.22	-0.50

SFIORO A VALLE

I.D. attraversamento	Numero picchetto iniziale	Numero picchetto finale	Progressiva iniziale (m)	Progressiva finale (m)	DN condotta (mm)	DN controtubo (mm)	L (m)	a (m)	b (m)	A (m)	B (m)	H (m)	i (%)
S.P. 88	984	985	38334.20	38347.30	1000	1400	13.10	5.10	5.10	3.93	3.93	2.16	1.21
S.P. 91	1056	1057	40955.70	40965.13	1000	1400	9.43	5.30	24.30	5.35	4.38	3.35	-0.64

Il tubo di protezione verrà infisso nel terreno mediante apposite apparecchiature con sistema a “spingitubo” ad una profondità tale che tra il piano stradale e la generatrice superiore del contro-tubo, venga garantita una distanza di almeno 2 m.

All'interno del tubo guaina la condotta verrà posata mediante opportuni collari distanziatori di materiale isolante non deteriorabile, applicati in modo da non occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e tali da consentire il libero deflusso delle acque.

Per ciascuno degli attraversamenti, a monte e valle del tubo di protezione, saranno ubicati due pozzetti di ispezione muniti di botole di accesso, di cui uno (quello posto a quota inferiore) dotato di una apertura laterale (luce di sfioro) con grata di protezione, opportunamente dimensionata per consentire lo smaltimento dell'intera portata transitante in caso di rottura della tubazione.

I due pozzetti saranno parzialmente fuori terra per una altezza dal piano campagna non superiore a 1 metro, al fine di impedire la penetrazione delle acque meteoriche.

La pendenza dei tubi sarà a seconda dei casi uguale o maggiore dello 0,5% verso il pozzetto dotato di luce di sfioro.

#### **10.3.4. Verifica idraulica dei tubi di protezione**

La verifica idraulica dell'attraversamento ferroviario viene effettuata con riferimento al p.to 4.4.3 del D.M. del 04/04/2014 "*Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*". In mancanza di norme specifiche, anche la verifica idraulica degli attraversamenti stradali è stata cautelativamente effettuata facendo riferimento al suddetto Decreto Ministeriale.

Si verifica lo smaltimento del generico tubo guaina calcolando la portata defluente con la pendenza assegnata al complesso tubo – contro-tubo, nell'ipotesi che l'intercapedine si riempia completamente senza andare in pressione.

Per i contro-tubi degli attraversamenti ferroviario e autostradali, si assumono le pendenze indicate nei relativi paragrafi precedenti, mentre per gli attraversamenti delle strade provinciali, si assume cautelativamente la pendenza dello 0,5%.

Il valore della portata che fluirebbe nel contro-tubo in caso di rottura delle condotte idriche, è dato da:

$$Q = V * (A_1 - A_2)$$

dove:

- $A_1$  = Area interna del tubo guaina ( $m^2$ );
- $A_2$  = Area esterna del tubo di acquedotto ( $m^2$ );
- $C$  = perimetro bagnato dell'intercapedine =  $\pi (DN_{1i} + DN_{2e})$  (m);

- $R = \text{raggio idraulico} = (A_1 - A_2) / C$  ;
- $DN_{1i}$  = diametro interno del contro-tubo (m);
- $DN_{2e}$  = diametro esterno del tubo di acquedotto (m);
- $i$  = pendenza del contro-tubo;

Per il calcolo della velocità si è utilizzata la formula di *Manning - Strickler*:

$$V = kR^{2/3}i^{1/2}$$

con  $k = 100$ , indice di scabrezza di *Gauckler-Strickler*.

Tale valore è stato poi confrontato con la massima portata defluente in condotta.

Nella tabella seguente è riportata la verifica idraulica dei vari tubi di protezione.

Tipologia attraversamento/ Diametro contro-tubo	Portata defluente Q(l/s)	Pendenza tubazioni (%)	Diametro esterno tubo acquedotto DN <sub>2e</sub> (mm)	Diametro interno contro-tubo DN <sub>1e</sub> (mm)	Portata defluente ammissibile Q(l/s)
Attraversamento ferroviario (DN1000)	587	0,64	1016	1400	1222
Attraversamento autostradale (DN1200)	1231	1,51	1219	1600	2162
Attraversamento autostradale (DN400)	200	0,39	406,4	800	496
Attraversamento S.P. (DN1200)	1231	0,50	1219	1600	1244
Attraversamento S.P. (DN1000)	587	0,50	1016	1400	1080
Attraversamento S.P. (DN300)	123	1,38	323,9	500	167

### 10.3.5. Attraversamenti lame con no-dig

Lungo il tracciato, la condotta principale di progetto intersecherà diverse incisioni naturali, tra cui alcune lame in sei punti differenti, di cui le due seguenti attraversate con tecnologia no-dig:

- lama Lioy – progr. 23.370,88 m;
- lama Cupa – progr. 28.311,23 m.

A causa dell'andamento planimetrico delle lame, non è stato possibile individuare un tracciato, idraulicamente coerente con le finalità progettuali, che evitasse tali interferenze.

Com'è noto le lame sono aree individuate dal Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia come *ulteriori contesti* delle *Componenti geomorfologiche*, cioè sottoposte ad una specifica disciplina di salvaguardia.

Pertanto, al fine di ridurre l'impatto paesaggistico dell'opera in argomento, è stata accantonata la soluzione di attraversamento aereo delle lame, preferendo a questa, quella di attraversamento nel sottosuolo.

Per limitare ulteriormente l'impatto nei confronti del paesaggio, si è valutata la possibilità di utilizzare tecnologie di posa *no-dig o trenchless* (senza scavo) alternative alla posa tradizionale con scavo in trincea.

Tra le varie tecnologie no-dig (per nuove installazioni) disponibili la scelta è ricaduta sul *microtunneling* che è risultato il più performante con riferimento ai diametri delle condotte, alle caratteristiche geologiche dei terreni, alle lunghezze di attraversamento e ai costi di installazione.

In riferimento a tale tecnica di Microtunneling a scudo chiuso a smarino idraulico del materiale di risulta, la regola del buon costruire suggerisce di mantenere una certa copertura di terreno al di sopra del cielo della tubazione allo scopo di abbattere il rischio di eventuali sfondamenti o cedimenti del terreno in superficie. Tale ricoprimento è suggerito dell'ordine di circa 3 volte il diametro della tubazione camicia da posare in opera, specie nel nostro caso in cui le caratteristiche geomeccaniche dei terreni attraversati sono favorevoli.

Per tale motivo per gli attraversamenti di Lama Liroy e Lama Cupa, sia a monte che a valle è stato previsto un tratto del tipo "a sifone" per evitare eccessivi approfondimenti della condotta nei tratti a monte e a valle degli attraversamenti che avrebbero comportato difficoltà operative oltre che eccessiva movimentazione di materiali.

La tecnologia *Microtunneling* richiede la realizzazione di due camere di spinta: una di partenza, in cui alloggiare l'unità di spinta e la fresa perforatrice, ed una di arrivo, in cui è spinto il *Microtunnel* con il resto della canna armata.

Entrando maggiormente nel dettaglio in merito alle specifiche della camera di spinta e di arrivo, esse presentano dimensioni differenti in funzione degli scopi per cui vengono realizzate. La prima necessita di maggior spazio in quanto al suo interno trovano alloggio l'unità di spinta, costituita da un telaio metallico e un piastrone metallico verticale su cui sono fissati ortogonalmente martinetti idraulici in grado di esplicare una forza complessiva dell'ordine delle centinaia di tonnellate, ed in seguito il Microtunnel e i conci della condotta man mano che si avanza con la perforazione. Pertanto le dimensioni nette previste sono di 9 m di lunghezza e 5,65 m di larghezza ed una profondità

del piano della platea in c.a. pari alla profondità dell'asse della perforazione aumentata di circa 1,2 metri.

La camera di arrivo, avendo unicamente la funzione di recuperare il microtunneler una volta ultimata la perforazione, richiede uno spazio minore pari a circa 5 metri di lunghezza e 5 metri di larghezza.

La profondità è pari a quella dell'asse della condotta aumentata di circa 1,2 metri anche in questo caso. Per la camera di spinta è stata prevista la realizzazione di un muro di spinta in c.a. le cui caratteristiche geometriche sono riportate negli elaborati grafici degli attraversamenti (G.27.5 e G.27.6).

Il sistema di posa con *microtunneling* consiste essenzialmente nelle operazioni di avanzamento a spinta delle tubazioni, che andranno a costituire il contro-tubo, all'interno di una microgalleria (< 2000 mm) realizzata da cosiddetto *microtunneller*. Il *microtunneller* è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante il suo avanzamento.

In funzione delle condizioni geologiche vengono adoperate teste fresanti diverse (teste da argilla, da ghiaia, da roccia).

Le principali fasi realizzative possono essere sintetizzate come di seguito descritto.

Individuata la profondità di scavo si realizzano due camere, una di partenza e l'altra di arrivo, il *microtunneller* viene posizionato sul fondo della camera di partenza ed inizia a perforare il terreno.

L'avanzamento dell'attrezzatura avviene a mezzo di un carrello di spinta dotata di martinetti che agiscono sui tubi installati: questi vengono man mano posizionati in coda alla testa fresante e trasmettono a questa la spinta esercitata dai martinetti, così fino a raggiungere la camera di arrivo.

Con l'avanzare della testa fresante, il materiale di scavo è sospinto all'interno dello scudo dove viene frantumato fino a dimensioni tali da poter essere facilmente trasportato all'esterno con circolazione di acqua, o di acqua e bentonite, in circuito chiuso.

La perforazione avviene a sezione piena con sostentamento meccanico ed idraulico del fronte di scavo; in tal modo si evitano la decompressione del terreno e gli eventuali conseguenti cedimenti in superficie.

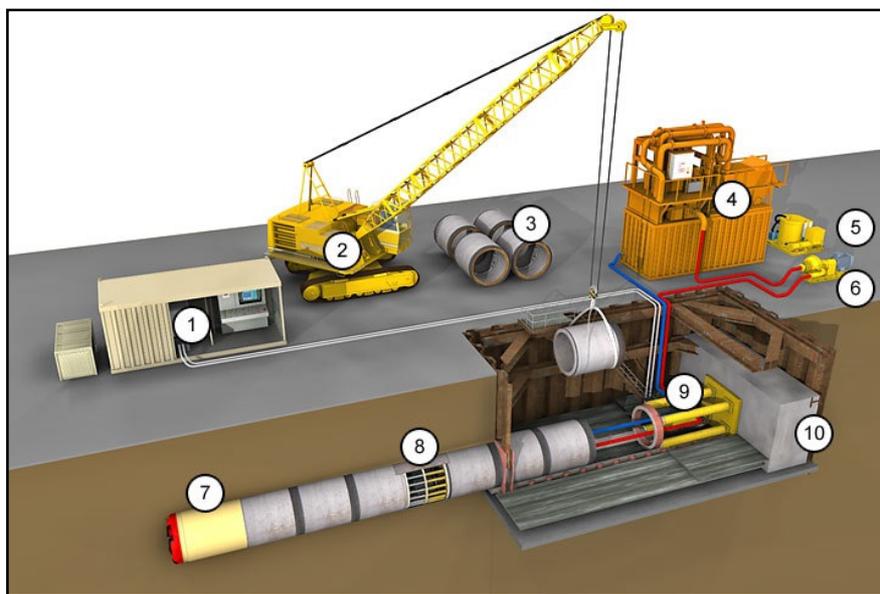
La perforazione avviene di regola secondo tracciati rettilinei con pendenza massima variabile dal 10% al 30%, a seconda dei casi.

L'unità di perforazione è guidata da un sistema laser di rilevamento continuo che consente di individuare in tempo reale gli eventuali errori di traiettoria e di applicare conseguentemente le necessarie correzioni plano-altimetriche nel corso della perforazione. In questo caso è possibile ottenere scostamenti dell'asse di progetto inferiori ai 2-3 cm su lunghezze di perforazione di 100 m.

Per il contro-tubo, per motivazioni tecnico-economiche, si è preferito l'utilizzo di speciali tubazioni in calcestruzzo armato del DN interno 1600 mm, di lunghezza pari a circa 3 m.

Tali tubi devono essere idoneamente progettati per le installazioni *no-dig* dovendo essere in grado di resistere alla forza di spinta assiale applicata durante la messa in opera, al carico del terreno ricoprente ed agli altri eventuali carichi esterni applicati in superficie.

Nella figura seguente si rappresentano schematicamente gli elementi principali di cui si compone un cantiere finalizzato all'esecuzione della tecnologia *microtunnelling* prevista.



**Fig. 10.1** – Allestimento cantiere tipo per l'esecuzione della tecnologia *microtunnelling*

dove gli elementi indicati rappresentano:

- 1) container cabina comando di rilevamento, registrazione e controllo;
- 2) gru di movimentazione tubi;
- 3) tubi in c.a. prefabbricato da movimentare nel pozzo di spinta;
- 4) impianto di confezione, alimentazione e iniezione dei fanghi bentonitici per il trasporto all'esterno dei materiali scavati;
- 5) gruppo elettrogeno d'alimentazione;
- 6) pompa;
- 7) testa fresante scudata;
- 8) tubo prefabbricato in c.a. già posto in opera;
- 9) martinetto di spinta;
- 10) muro di contrasto.

Purtroppo tale tecnologia è risultata applicabile solo per gli attraversamenti di “*Lama Cupa*” e “*Lama Lioy*”; negli altri casi si sarebbero dovute raggiungere profondità di posa incompatibili con le attività connesse alla gestione dell'acquedotto.

Per le altre lame attraversate, pertanto (lama di Pietra, lama Giulia, lama Balice e affluente di lama Balice), e per tutte le altre interferenze minori con il reticolo idrografico superficiale, ci si è visti costretti ad utilizzare la posa delle condotte con scavo in trincea, con opere di protezione dallo scalzamento.

Nello specifico, in prossimità degli attraversamenti la condotta sarà posata ad una profondità tale da garantire almeno un ricoprimento minimo pari a 1,60 metri, rispetto al cielo della condotta, e la stessa sarà inserita all'interno di un cassonetto in calcestruzzo, per una dimensione minima di 0,20 m in tutte le direzioni, che poggerà su un letto di posa sporgente di 0,20 m rispetto all'ingombro del cassonetto e di spessore almeno pari a 0,20 m; inoltre, per completare il ripristino della sezione di scavo, saranno ubicati in sommità dei massi calcarei, caratterizzati da un diametro rappresentativo D50 pari a 0,50 m per una larghezza di almeno pari a 8,00 m, riempiti con cotico erboso, e di lunghezza complessiva pari all'impronta idraulica relativa alla portata con tempo di ritorno TR = 200 anni come derivata dalle analisi idrauliche illustrate nello Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica allegato al presente progetto e redatto in conformità a quanto richiesto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia (di seguito AdB) con nota prot. n°0010900 del 09/08/2016 e sulla scorta dell'incontro tecnico tenutosi presso AdB in data 16/01/2019.

In particolare, conformemente a quanto richiesto da AdB con la succitata nota, sulla base del rilievo topografico di dettaglio e delle indagini geologiche appositamente eseguite in corrispondenza delle 6 principali intersezioni della condotta di progetto con il reticolo idrografico, lo studio idrologico ed idraulico è stato condotto in regime di moto permanente.

Sfruttando i dati di portata ricavati dal suddetto studio relativo alle 6 lame principali, sono state effettuate verifiche in moto uniforme in tutte le restanti intersezioni con il reticolo idrografico adottando criteri di similitudine per caratteristiche morfologiche dei bacini scolanti.

Le verifiche idrauliche così condotte hanno consentito sia di ricavare i valori delle tensioni tangenziali esercitate al fondo dalla corrente riferito all'evento duecentennale, sia di ottenere i valori delle relative impronte idrauliche a cui estendere la tipologia di ripristino delle sezioni di scavo come prima descritta.

Utilizzando il “*criterio d'inizio del trasporto dei sedimenti uniformi*”, proposto da Shields (1936) e consistente nella definizione di un valore minimo di soglia  $\tau_{cr}$  della tensione adimensionale al di sopra del quale si possono realizzare le condizioni di erosione/trasporto al fondo, i suddetti valori di tensione tangenziale al fondo sono stati messi a confronto con il valore minimo di soglia relativo

alla tipologia di materiale utilizzato per la sistemazione del fondo delle lame in corrispondenza delle sezioni di intersezione con la condotta di progetto.

I risultati di tali verifiche hanno mostrato come il valore adimensionale della tensione tangenziale risulta essere sempre minore rispetto al valore indicato come valore minimo di soglia (o valore critico); pertanto, realizzando il ripristino della sezione di scavo con la tipologia di materiale scelto, non si realizzeranno le condizioni di trasporto e/o erosione al fondo in nessuna delle sezioni oggetto di studio.

## 11. SCHEMI DI FUNZIONAMENTO

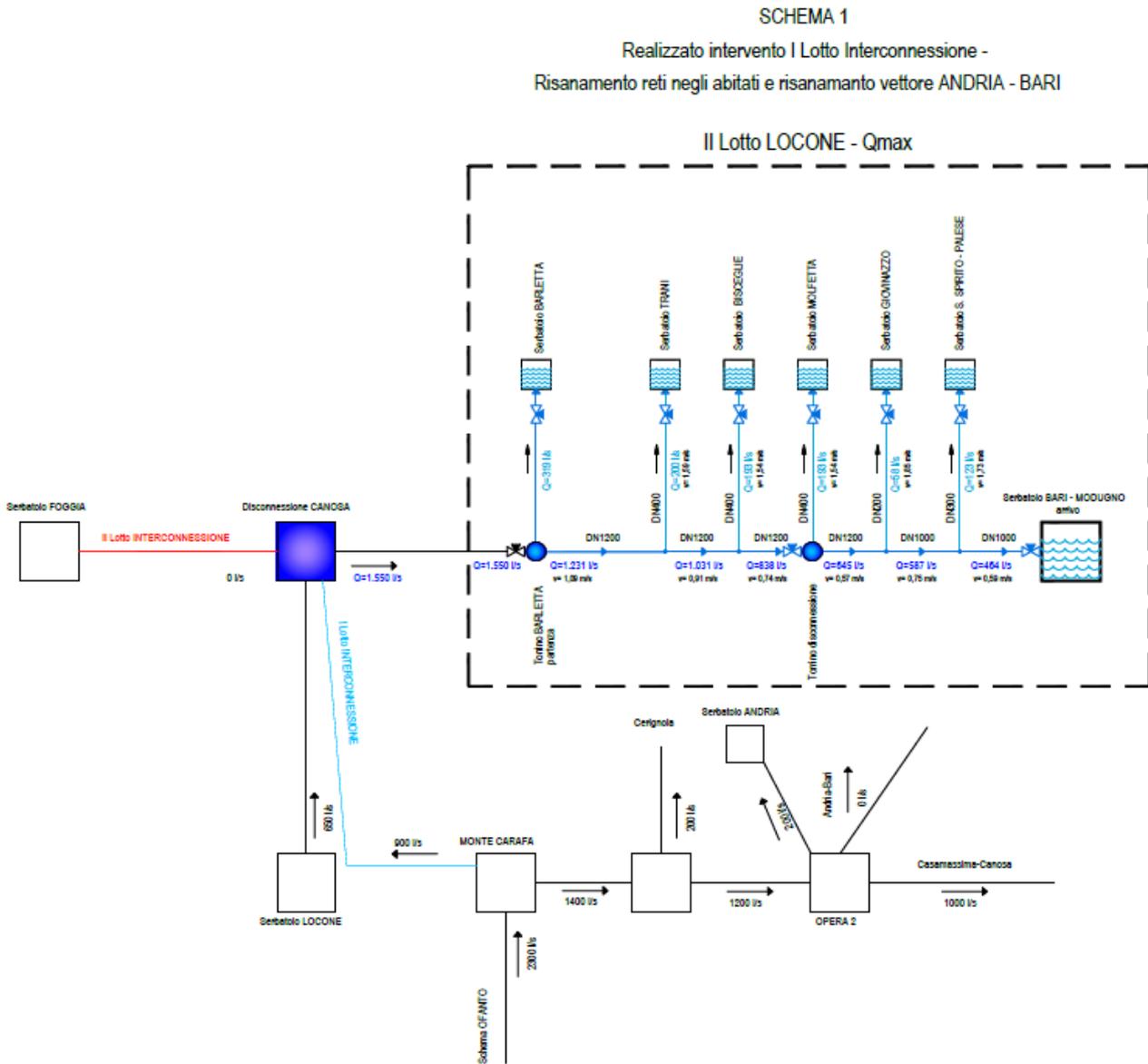
Tra i diversi schemi di funzionamento ipotizzati per l'acquedotto del Locone in accordo con l'Area DOPAP-VESAP di Acquedotto Pugliese, per il suo dimensionamento e verifica sono stati scelti i due schemi idrici seguenti:

### SCHEMA IDRICO 1

Ipotesi più gravosa, in cui l'Acquedotto del Locone debba sostituire il vettore idrico denominato *Andria – Bari*, precisando che il suddetto vettore potrà essere risanato solo dopo l'attuazione dei corrispondenti interventi di risanamento delle reti cittadine alimentate, sino ad un coefficiente di perdita pari al 25%, tenuto conto che i valori di dispersione attuale, fisica e amministrativa, si attestano su valori ben superiori (per l'abitato di Bari sino a circa il 50%).

Inoltre, detta configurazione sarà possibile solo a valle della realizzazione dell'intervento denominato P1064: “*Acquedotto del Fortore, Locone ed Ofanto – Opere di interconnessione – Primo Lotto: collegamento Acquedotti Ofanto – Locone in corrispondenza della vasca di Canosa*”, con il quale si prevede di convogliare da Monte Carafa la portata di 900 l/s, che si aggiunge a quella riveniente dal Serbatoio del Locone attraverso il vettore *Locone I Lotto*, pari a 650 l/s. La portata massima di 1.550 l/s in uscita dalla vasca di disconnessione dei Canosa, si riduce progressivamente lungo il percorso per le derivazioni verso i serbatoi di: Barletta (direttamente dal torrino di Barletta), Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo, Palese-S. Spirito e Bari-Modugno, secondo i fabbisogni idrico-potabili indicati.

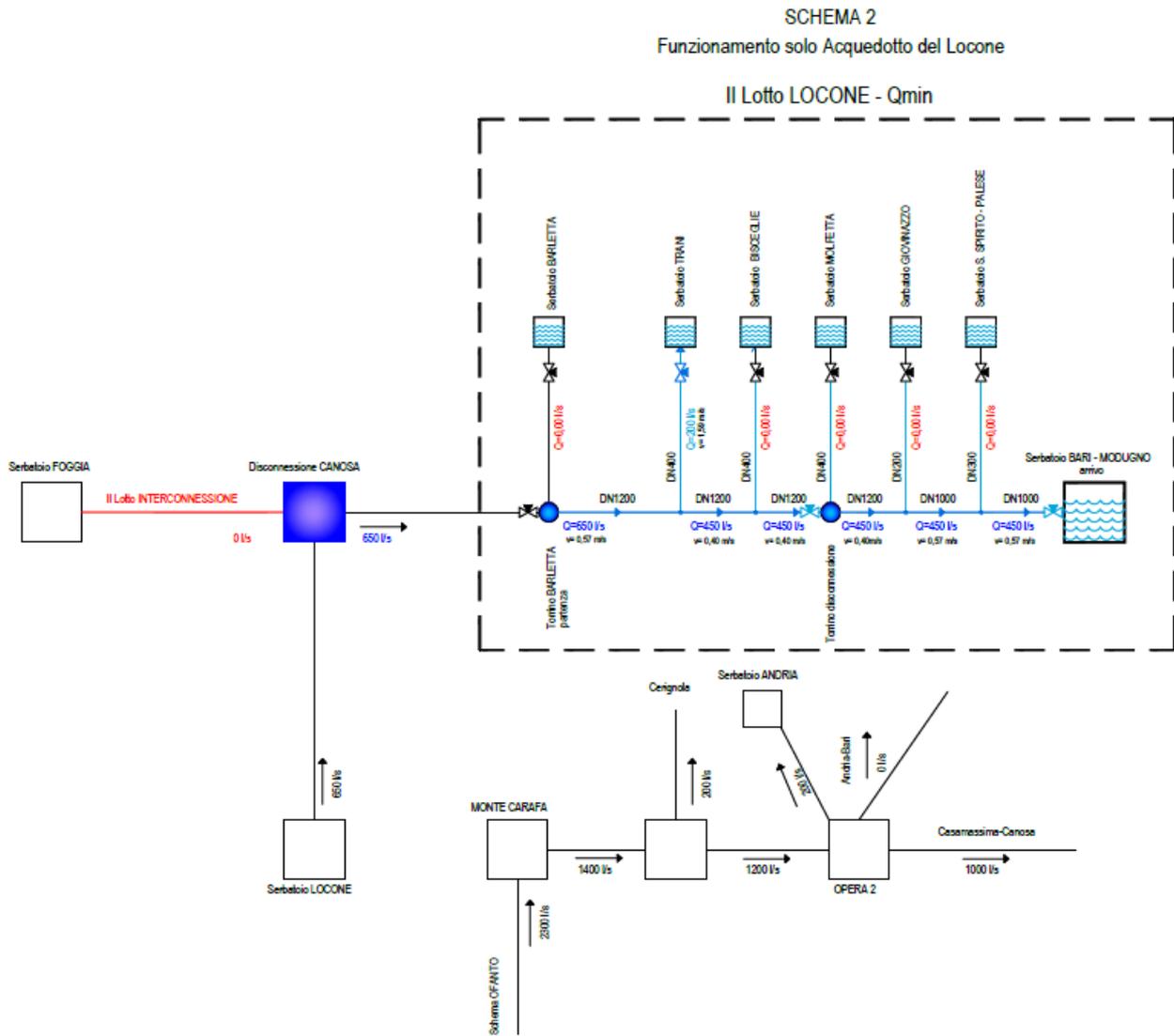
Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati di progetto G.8.1.1 - G.8.1.2 - G.8.1.3.



**Fig. 11.1 – SCHEMA IDRICO 1: Realizzato intervento P1064 – I Lotto Interconnessione – risanamento reti negli abitati e risanamento vettore Andria - Bari**

### SCHEMA IDRICO 2

Ipotesi meno gravosa, in cui venga realizzato solo il presente intervento e l'alimentazione avvenga dal Serbatoio di testata del Locone, con i predetti 650 l/s. Se si prevede la derivazione della sola portata necessaria all'alimentazione del serbatoio di Trani (200 l/s), verrà convogliata direttamente verso Bari senza spillamenti intermedi, con destinazione il Serbatoio di Bari-Modugno, la restante portata pari a 450 l/s.



*Fig. 11.2 – SCHEMA IDRICO 2: Alimentazione dei soli serbatoi di Trani e Bari-Modugno*

## 12. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PRELIMINARE

I calcoli idraulici, per i quali si rimanda all'elaborato D.4 "Relazione di calcolo idraulico" per ogni approfondimento, hanno riguardato:

- ✓ la stima delle grandezze a base del dimensionamento delle opere acquedottistiche, quali:
  - la valutazione dei fabbisogni idrico - potabili necessari al dimensionamento delle opere previste nel progetto;
  - la stima delle perdite;
  - la determinazione del coefficiente di punta;
  - la determinazione della portata media annua al netto e al lordo delle perdite;
  - la determinazione della portata media nel giorno di massimo consumo.
- ✓ Il dimensionamento-verifica dell'adduttore principale, dal Torrino di Barletta al Serbatoio di Bari-Modugno;
- ✓ il dimensionamento-verifica delle diramazioni dall'adduttore principale (diramazioni per i serbatoi di Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo, Palese - S. Spirito).

Gli stessi calcoli idraulici sono stati condotti con riferimento alle opere di cui al presente progetto di completamento dell'Acquedotto del Locone ed a quelle che si prevede di realizzare per l'attuazione dei due lotti d'interconnessione idraulica fra gli schemi idrico potabili del Fortore e del Locone-Ofanto (di cui l'intervento in argomento è un lotto funzionale), secondo due distinti scenari:

1. **Funzionamento di lungo periodo** (nell'ipotesi più gravosa che venga realizzato l'intervento P1064) con portata di 900 l/s derivata dal serbatoio di Monte Carafa e di 650 l/s dal Serbatoio del Locone, con derivazione per i serbatoi di Barletta, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Palese S. Spirito.
2. **Funzionamento di breve-medio periodo** (nell'ipotesi che venga realizzato solo il presente intervento) con portata derivata dal serbatoio del Locone pari a 650 l/s e con derivazione per il solo serbatoio di Trani di 200 l/s.

### **13. STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA**

Il tracciato della condotta in progetto interseca in molteplici punti il reticolo idrografico in sezioni di corsi d'acqua ad importanza variabile in termini di superficie scolante. A tal riguardo, a parte due casi (lama Lioy e lama Cupa), si prevede l'alloggiamento delle condotte mediante scavo in trincea con relativo rivestimento.

In sede di Conferenza di Servizi Preliminare, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia (ex Autorità di Bacino Puglia), in fase di valutazione preliminare dell'intervento in oggetto, ha rilevato che le opere previste risultano comprese tra quelle consentite dalle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia, a condizione che il progetto venga corredato da uno studio idrologico ed idraulico di compatibilità al PAI che analizzi compiutamente gli effetti della realizzazione dell'intervento sul regime idraulico dei luoghi in cui lo stesso è previsto.

Nel rilasciare parere preliminare positivo in merito agli interventi proposti, l'Autorità ha prescritto che il successivo progetto definitivo venga redatto ottemperando alle seguenti prescrizioni:

- il progetto venga corredato da un adeguato studio di compatibilità al PAI che analizzi tutte le molteplici intersezioni con il reticolo idrografico mediante la redazione di idonee tavole e descrizioni (relazione) riportanti nel dettaglio le modalità di intersezione;
- venga eseguito uno studio idrologico ed idraulico riguardante almeno le 6 intersezioni principali che analizzi, mediante una propagazione almeno in moto permanente di un tratto significativo di corso d'acqua, gli effetti della piena bicentenaria generati dalla realizzazione degli interventi proposti e valuti le massime profondità di scavo che la stessa piena può generare nella sezione di intersezione;
- riguardo le analisi di cui al punto precedente, venga eseguito un rilievo topografico di dettaglio su un tratto significativo dei reticoli idrografici intersecati, con un'adeguata estensione a monte e a valle rispetto alle sezioni di intersezione. La capacità di erosione del fondo alveo della piena bicentenaria venga inoltre correlata alla reale stratigrafia delle sezioni di intersezione, da valutare mediante apposita analisi in sito.

Si è optato per l'esecuzione di tale studio di compatibilità già in questo livello di progettazione. Si è dunque proceduto ad effettuare il rilievo di dettaglio delle aree di intersezione tra il vettore e i n.6 principali corsi d'acqua (lama Lioy, lama di Pietra, lama Giulia, lama Cupa, lama Balice e affluente), rilievo eseguito in parte dal gruppo di progettazione, in parte affidando incarico alla ditta GEO Srl di Modugno (BA). Il piano delle indagini topografiche è consistito nell'esecuzione sia di un piano quotato di 6 aree di dimensioni 500x1000 metri, che del rilievo di tutte le opere

interferenti presenti in queste aree. È stato effettuato un rilievo topografico di dettaglio mediante GPS in modalità GSM. La strumentazione GPS è composta da una stazione costituita da:

1. N. 1 Ricevitore GPS HiPer HR con tecnologia UTC (*Universal Tracking Channel*);
2. N. 1 Controller FC-5000 per l'acquisizione dei dati, con sistema operativo Microsoft Windows 10.

L'elaborazione dei dati è avvenuta attraverso il software *Magnet*. Per il rilievo si sono utilizzati n. 1 ricevitore GPS (HiPer HR) e n. 1 controller (FC-5000) che si interfacciano mediante un collegamento *Bluetooth* per l'acquisizione dei dati; in questo modo le informazioni sono inviate dal ricevitore verso le stazioni permanenti GNSS di proprietà della NetGeo. Per l'elaborazione dei dati di campagna è stato utilizzato il software Meridiana 2016 nel sistema di riferimento WGS84-UTM fuso 33 (maggiori dettagli nell'elaborato specifico D.14.3 "*Relazione sul rilievo topografico di dettaglio eseguito in corrispondenza delle lame*").

Sulla base del rilievo topografico e delle indagini geologiche appositamente eseguite in corrispondenza delle 6 principali intersezioni della condotta di progetto con il reticolo idrografico (riportate nell'elaborato D.2.1 "*Indagini geognostiche*"), è stato condotto uno studio idrologico e idraulico in moto permanente per analizzare gli effetti di un possibile trascinamento del materiale costituente il fondo delle lame, a seguito del ripristino delle sezioni di scavo.

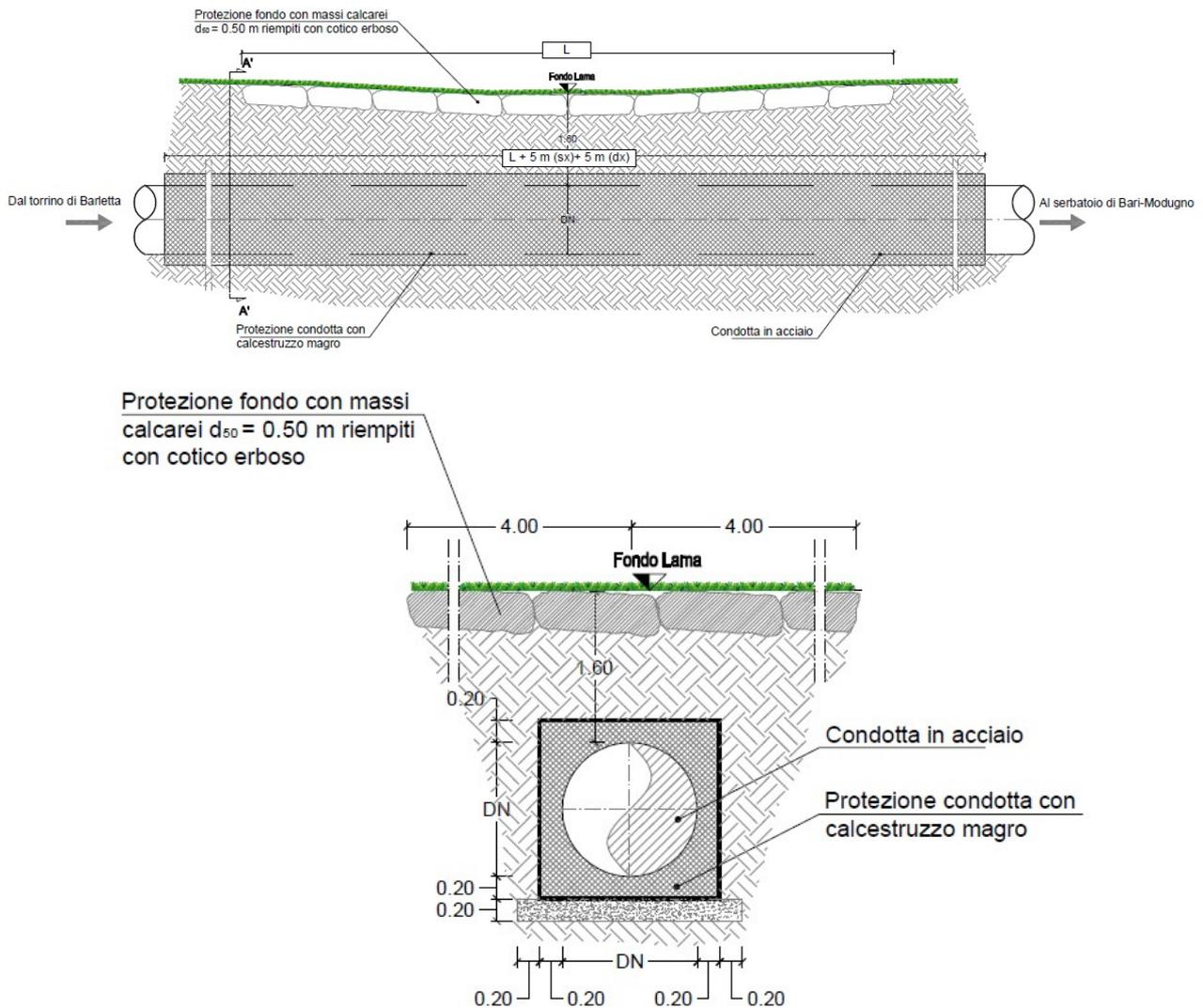
Inoltre, sfruttando i dati di portata ricavati dal suddetto studio relativo alle 6 lame principali, sono state effettuate verifiche in moto uniforme in tutte le restanti intersezioni con il reticolo idrografico adottando criteri di similitudine per caratteristiche morfologiche dei bacini scolanti, finalizzate anche in questo caso ad analizzare gli effetti di un possibile trascinamento del materiale costituente il fondo delle lame.

La verifica idraulica delle lame principali ha condotto alla determinazione dell'impronta planimetrica dovuta al transito della portata duecentennale, con particolare riferimento alla sezione di intersezione tra la condotta di progetto e le singole lame dapprima individuate. Per le lame oggetto di posa con scavo in trincea, è stata dunque prevista per una certa lunghezza (vedi tab. 13.1 sottoriportata) la protezione del fondo di ciascuna di esse con massi calcarei e la protezione della condotta con bauletto in calcestruzzo, pari alla lunghezza di protezione del fondo lama aumentata di cinque metri sia in sinistra che in destra idraulica (vedi fig.13.2).

Nel caso dell'intersezione con lama Lioy e lama Cupa, per le quali è prevista la posa in opera della condotta di progetto mediante soluzione NO-DIG, non sussiste il problema relativo al trasporto, essendo queste ultime caratterizzate da terreno roccioso affiorante (come evidenziato nelle indagini geognostiche effettuate a supporto dello studio).

ID LAMA	Lunghezza impronta idraulica	Lunghezza protezione del fondo della lama L	Lunghezza protezione della condotta L+5m (sx) +5m (dx)
	(m)	(m)	(m)
BALICE	60,29	65,00	75,00
AFFLUENTE BALICE	50,34	55,00	65,00
DI PIETRA	82,72	85,00	95,00
GIULIA	57,20	60,00	70,00

**Tab. 13.1** - Indicazione dell'impronta idraulica dovuta al transito della portata duecentennale in corrispondenza della sezione di intersezione della condotta di progetto con ciascuna delle sei lame principali e indicazione del ripristino delle sezioni di scavo.



**Fig. 13.2** - Sezione tipologica longitudinale e trasversale per il ripristino degli scavi a cielo aperto

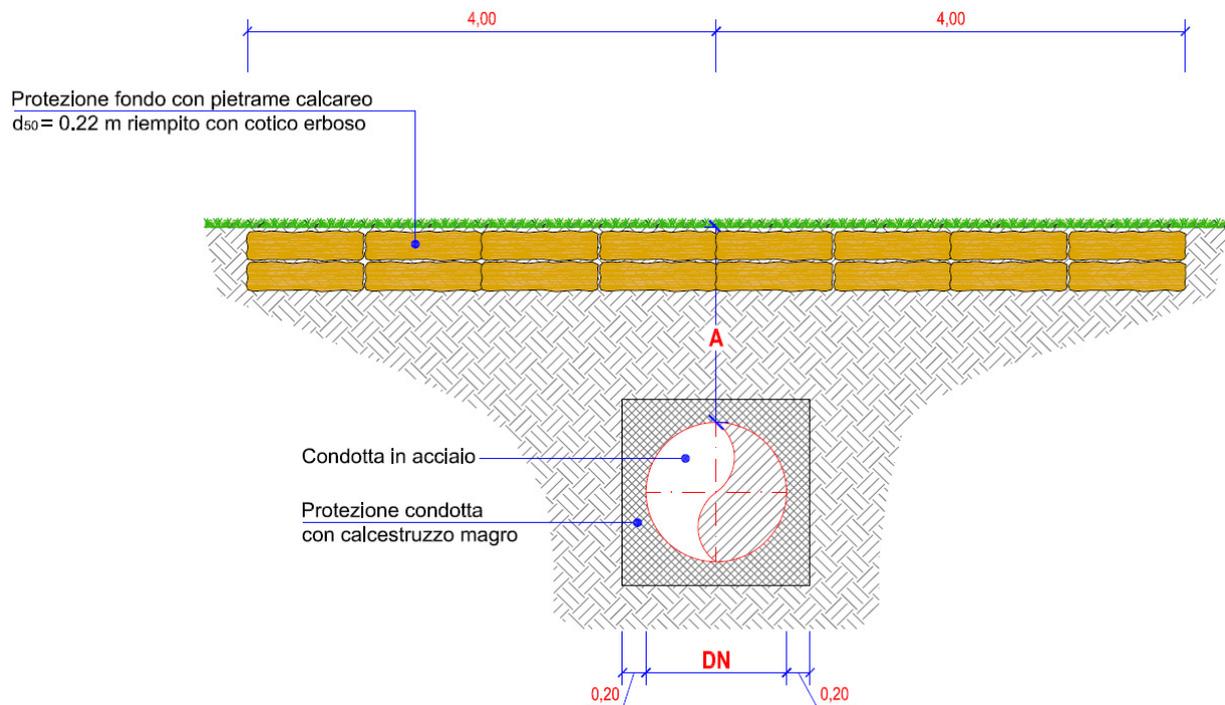
Per quanto concerne gli attraversamenti relativi ai compluvi secondari si sono condotte, come detto, analisi in moto uniforme, considerando per ciascun compluvio il valore della portata duecentennale rapportando alla effettiva estensione di ciascun bacino la portata di “lama Giulia”, essendo questa la più simile tra quelle principali ai compluvi secondari per caratteristiche morfometriche del bacino stesso.

Nella tabella sottostante si riportano i dati salienti di tutti i compluvi secondari simulati, indicando sia le lunghezze del ricoprimento della tubazione in corrispondenza degli attraversamenti con i suddetti compluvi, che le lunghezze del bauletto di protezione in calcestruzzo. A seguire, le figure relative alle sezioni trasversale e longitudinale per indicazione delle modalità di ripristino della sezione di scavo.

ID SEZIONE	Lunghezza impronta idraulica	Lunghezza protezione del fondo della lama L	Lunghezza protezione della condotta L+5m (sx) +5m (dx)
	(m)	(m)	(m)
22 e 28	81,95	85,00	95,00
54	26,68	30,00	40,00
68	114,61	115,00	125,00
90	49,60	50,00	60,00
129	48,08	50,00	60,00
142	143,72	145,00	155,00
154	94,74	95,00	105,00
168	58,09	60,00	70,00
177	76,95	80,00	90,00
213	66,58	70,00	80,00
231	140,24	145,00	155,00
238	74,70	75,00	85,00
277	255,65	260,00	270,00
310	116,22	120,00	130,00
339	168,04	170,00	180,00

ID SEZIONE	Lunghezza impronta idraulica	Lunghezza protezione del fondo della lama L	Lunghezza protezione della condotta L+5m (sx) +5m (dx)
	(m)	(m)	(m)
363	122,88	125,00	135,00
505	57,38	60,00	70,00
553	84,12	85,00	95,00
607	90,61	95,00	105,00
619	78,87	80,00	90,00
626	109,66	110,00	120,00
670 e 674	144,69	145,00	155,00
694	67,52	70,00	80,00
740	86,88	90,00	100,00
847	74,38	75,00	85,00
876	-	30,00	40,00
893	216,74	220,00	230,00
913	97,71	100,00	110,00
972	168,04	170,00	180,00
1.001	84,39	85,00	95,00
1.186	123,39	125,00	135,00
1.235	149,16	150,00	160,00

**Tab. 13.3** - Indicazione dell'impronta idraulica dovuta al transito della portata duecentennale derivante dalla precedente analisi in moto uniforme in corrispondenza della sezione di intersezione della condotta di progetto con ciascuno dei compluvi secondari indagati e indicazione del ripristino delle sezioni di scavo.



*Fig. 13.4 - Sezione tipologica longitudinale e trasversale per il ripristino degli scavi a cielo aperto*

Si è infine provveduto alla valutazione della capacità di erosione/trasporto solido dei corsi d'acqua il cui scopo è quello di controllare che la soluzione adottata per il ripristino della sezione di scavo, a seguito della posa in opera della condotta di progetto, sia idonea al fine del contenimento della capacità di erosione di ciascuna lama interferente con il tracciato della condotta di progetto. Il valore adimensionale della tensione tangenziale risulta essere sempre minore rispetto al valore indicato come valore minimo di soglia (o valore critico).

Per quanto concerne i compluvi secondari, la verifica è stata condotta utilizzando il massimo valore di tensione tangenziale ricavato da tutte le simulazioni condotte in moto uniforme, così come anche in questo caso i dati relativi alla tipologia di materiale (peso di volume e diametro rappresentativo) sono stati desunti dalla scelta del materiale con cui si dovranno realizzare i ripristini delle sezioni di scavo, ovvero il pietrame calcareo a protezione della parte del fondo di ciascuna lama interessata.

Pertanto, realizzando il ripristino della sezione di scavo con la tipologia di materiale scelto, non si realizzeranno le condizioni di trasporto e/o erosione al fondo in nessuna delle sezioni oggetto di studio.

## **14. MATERIALI, MODALITA' DI SCAVO, POSA IN OPERA E RINTERRO DELLE TUBAZIONI**

### **14.1. PREMESSA**

In questo paragrafo verranno descritte in maniera sintetica la tipologia delle tubazioni utilizzate e le modalità di posa in opera delle stesse.

### **14.2. TIPOLOGIA DELLE TUBAZIONI UTILIZZATE**

Si è previsto di impiegare tubazioni in acciaio di classe L335 in conformità alle norme UNI EN 10224.

I tubi avranno lo spessore indicato nella tabella a seguire e saranno protetti esternamente con triplo strato di polietilene, realizzato, conformemente alla norma UNI 9099 e rivestiti internamente con resine a base epossidica, spessore 250 µm minimo (di film secco), conformi al D.M. 21.03.1973 e alla Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02.12.1987.

<b>Diametro</b>	<b>Spessore</b>
DN 1200	12,5 mm
DN 1000	10 mm
DN 400	6,3 mm
DN 300	5,6 mm
DN 200	5 mm

Le giunzioni dei tubi verranno effettuate mediante elettrosaldatura di testa e il rivestimento esterno nelle zone di saldatura verrà ripristinato con nastri di polietilene autoadesivi.

Per la salvaguardia contro la corrosione elettrochimica delle tubazioni in acciaio è stato previsto un idoneo impianto di protezione catodica a corrente impressa.

### **14.3. MODALITÀ DI SCAVO, POSA IN OPERA E RINTERRO:**

Per la posa della condotta principale si è prevista una larghezza della trincea di circa 1,80 m per il DN 1200 e di circa 1,60 m per quella DN 1000. Per la posa delle condotte di diramazione, invece, è stata prevista una larghezza della trincea di circa 1,10 m per il DN 400, 1,00 m per il DN 300 e circa 0,90 m per il DN 200. Tali larghezze sono idonee a consentire sia l'alloggiamento della condotta, sia le operazioni di giunzione e rinfianco.

La posa della condotta avverrà su un letto di sabbia avente spessore minimo di 20 cm, misurati sotto la generatrice inferiore della tubazione, tale da garantire la continuità e l'uniformità dell'appoggio ed impedire il danneggiamento della condotta o del suo rivestimento. Il suddetto letto, opportunamente spianato, abbraccerà il tubo per un angolo al centro di 90°.

Il rinfianco ed il rinterro delle tubazioni sarà effettuato con misto granulare arido di cava opportunamente compattato, fino a circa 20 cm sulla generatrice superiore del tubo; la restante porzione verrà riempita con il materiale vagliato proveniente dagli scavi fino al ripristino del primitivo piano campagna.

Nei tratti di ubicazione su strade vicinali ed interpoderali non asfaltate, lo strato superficiale sarà costituito da tout venant dello spessore di 30 cm; mentre per posa in strade asfaltate, verrà realizzata pavimentazione stradale costituita da fondazione stradale (30 cm), binder (7 cm) e tappetino bituminoso di usura (3 cm).

## 15. VERIFICA STATICA DELLE TUBAZIONI

La verifica di sicurezza delle tubazione interrate (cui si rimanda per ogni approfondimento all'elaborato di progetto D.7 "*Relazione tecnica specialistica sulle tubazioni*") è stata effettuata nel rispetto delle indicazioni impartite dal Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12 Dicembre 1985 e dalla successiva Circolare del 20 marzo 1986 n. 27291.

Le suddette norme prevedono che il progetto debba comprendere l'esame dei diversi possibili scenari idraulici di funzionamento delle opere, sia durante l'esercizio che in fase di collaudo, in base ai quali va effettuato il dimensionamento statico (oltre che quello idraulico) delle tubazioni.

A vantaggio di sicurezza, la verifica statica è stata quindi effettuata con riferimento alla pressione prevedibile nello scenario idraulico più severo (che risulta essere lo "Schema idrico 2") e, dall'analisi del profilo schematico di progetto, nelle sezioni più sollecitate della condotta, nelle quali cioè risultano minimi i coefficienti di sicurezza per le varie verifiche di resistenza e deformabilità effettuate). Nella maggioranza dei casi, tali sezioni corrispondono a quelle nelle quali la sezione di scavo è definibile come "larga".

Poiché in corrispondenza di tali sezioni non sono previsti bauletti di protezioni (sovraccarichi statici) né il transito veicolare (sovraccarichi dinamici veicolari) sulle condotte, sono stati considerati agenti solo i seguenti carichi:

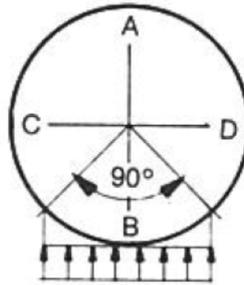
- peso proprio della condotta;
- peso dell'acqua;
- carichi permanenti dovuti al rinterro;
- reazioni laterali del terreno.

Per ciascun diametro delle tubazioni previste in progetto, si riporta nel seguito le caratteristiche dimensionali delle stesse (spessore  $s$  e diametro esterno  $De$ ) e dello scavo (altezza  $H$  e larghezza  $B$ ) nelle sezioni maggiormente sollecitate, nelle quali risultano minimi i coefficienti di sicurezza per le varie verifiche di resistenza e deformabilità effettuate:

- tubazione DN1200 ( $s = 12,5$  mm;  $De = 1.219$  mm)  
 $H = 2,69$  m -  $B = 1,80$  m (sez. nel picchetto 69 del profilo principale)
- tubazione DN1000 ( $s = 10,00$  mm;  $De = 1.016$  mm)  
 $H = 2,39$  m -  $B = 1,60$  m (sez. nel picchetto 1.219 del profilo principale)
- tubazione DN400 ( $s = 6,30$  mm;  $De = 406,4$  mm)  
 $H = 3,69$  m -  $B = 1,10$  m (sez. nel picchetto 1 del profilo diramazione per Bisceglie)

- tubazione DN300 (s = 5,60 mm; De = 323,9 mm)  
H = 3,39 m - B = 1,00 m (sez. nel picchetto 1 del profilo diramazione per Palese)
- tubazione DN200 (s = 5,00 mm; De = 219,1 mm)  
H = 2,43 m - B = 0,90 m (sez. nel picchetto 1 del profilo diramazione per Giovinazzo).

Le sollecitazioni di sforzo normale e momento flettente all'interno delle condotte, valgono:



➤ Sollecitazioni risultanti a condotta vuota

Parametri di sollecitazione	DN1200	DN1000	DN400	DN300	DN200	
M <sub>B</sub>	2.785,06	1.688,59	867,74	632,96	311,16	N m/m
M <sub>CD</sub>	-819,31	-559,23	-625,29	-507,63	-276,47	N m/m
M <sub>A</sub>	2.704,87	1.644,02	863,25	630,42	310,12	N m/m
N <sub>B</sub>	-51.504,23	-35.252,71	-15.238,72	-8.109,71	-1.372,23	N/m
N <sub>CD</sub>	-60.369,04	-41.910,49	-26.579,64	-18.993,01	-9.667,06	N/m
N <sub>A</sub>	-51.103,52	-34.985,53	-15.171,39	-8.062,01	-1.343,43	N/m

➤ Sollecitazioni risultanti a condotta piena ma non in pressione

Parametri di sollecitazione	DN1200	DN1000	DN400	DN300	DN200	
M <sub>B</sub>	3.509,62	2.108,10	894,59	646,55	315,37	N m/m
M <sub>CD</sub>	-1.367,26	-876,49	-645,60	-517,91	-279,66	N m/m
M <sub>A</sub>	3.180,36	1.919,32	880,87	639,34	312,89	N m/m
N <sub>B</sub>	-52.120,91	-35.681,10	-15.307,26	-8.153,25	-1.392,16	N/m
N <sub>CD</sub>	-63.285,23	-43.936,29	-26.903,77	-19.198,90	-9.761,27	N/m
N <sub>A</sub>	-50.486,85	-34.557,14	-15.102,85	-8.018,48	-1.323,50	N/m

Come indicato dal Decreto per le verifiche statiche delle tubazioni si è seguito il metodo delle tensioni ammissibili:

$$\sigma_{max} = \pm \frac{M}{W} + \frac{N}{A} \leq \frac{\sigma_y}{C}$$

nelle seguenti condizioni:

- tubazione vuota;
- tubazione piena non in pressione;
- tubazione in pressione.

### Tubazione vuota

Coefficiente di sicurezza minimo  $C = 2,0$

Diametro tubazione	$\sigma_{\max}$ (MPA)	$C_{\min}$	Verifica
DN1200	-111,07	3,20	<b>OK</b>
DN1000	-104,84	3,39	<b>OK</b>
DN400	-133,60	2,66	<b>OK</b>
DN300	-122,55	2,90	<b>OK</b>
DN200	-74,95	4,74	<b>OK</b>

### Tubazione piena non in pressione

Condizione che si verifica durante le fasi di riempimento o svuotamento

Coefficiente di sicurezza minimo  $C = 1,5$

Diametro tubazione	$\sigma_{\max}$ (MPA)	$C_{\min}$	Verifica
DN1200	-138,94	2,56	<b>OK</b>
DN1000	-130,05	2,73	<b>OK</b>
DN400	-137,67	2,58	<b>OK</b>
DN300	-125,16	2,84	<b>OK</b>
DN200	-75,97	4,67	<b>OK</b>

### Tubazione piena in pressione

Coefficiente di sicurezza minimo  $C = 2,0$

Diametro tubazione	$\sigma_{\max}$ (MPA)	$C_{\min}$	Verifica
DN1200	172,10	2,06	<b>OK</b>
DN1000	157,19	2,26	<b>OK</b>
DN400	148,57	2,39	<b>OK</b>
DN300	141,05	2,52	<b>OK</b>
DN200	87,91	4,04	<b>OK</b>

Come riportato nell'elaborato di progetto D.7 "Relazione tecnica specialistica sulle tubazioni", le condotte hanno ampi margini di sicurezza anche nei riguardi della verifica deformativa e di quella circa l'instabilità elastica per depressione interna (fenomeno noto come *buckling*).

Considerate le tolleranze previste dalle norme UNI 6363 del 1984 e 10224 del giugno 2004, si può senz'altro affermare che gli spessori previsti forniscono ampie garanzie riguardo le doti di stabilità, di deformabilità e di resistenza delle tubazioni.

## **16. RELAZIONE PAESAGGISTICA, STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE, PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E PIANO DI UTILIZZO**

### **16.1. RELAZIONE PAESAGGISTICA**

La Relazione Paesaggistica è parte integrante degli elaborati progettuali a corredo della domanda di autorizzazione paesaggistica relativa al progetto de quo. Le opere in progetto sono soggette ad **autorizzazione paesaggistica** di cui all'art. 146 del Codice (D.Lgs. 42/2004), in quanto ricadono nelle "aree tutelate per legge" comprese nelle seguenti categorie:

- "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150 m)", individuati all'art. 142, comma 1, lettera c);
- "Parchi e riserve" individuati all'art. 142, comma 1, lettera f).

L'intervento interessa inoltre i seguenti ambiti del PPTR, elencati dall'art. 38 comma 3, denominati "ulteriori contesti paesaggistici":

- "Lame e gravine",
- "Reticolo idrografico di connessione della R.E.R. (100m)",
- "Aree di rispetto dei parchi e delle riserve regionali (100m)",
- "Testimonianze della stratificazione insediativa",
- "Area di rispetto delle componenti culturali e insediative (100 m - 30 m)" e
- "Strade a valenza paesaggistica".

Ai sensi dell'art. 89 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), le opere rientranti in tali categorie sono soggette ad **accertamento di compatibilità paesaggistica**.

La Relazione Paesaggistica (Elaborato D.12.1) dopo aver inquadrato l'intervento rispetto al PPTR della Regione Puglia, analizza gli impatti potenziali dell'intervento sulle componenti paesaggistiche del PPTR: struttura idro-geo-morfologica; struttura ecosistemica e ambientale; struttura antropica e storico-culturale.

Si dimostra la compatibilità dell'intervento con gli obiettivi di qualità di cui all'art. 37 delle NTA del PPTR: obiettivi di qualità paesaggistica per l'ambito 05 Puglia Centrale; compatibilità dell'intervento con gli obiettivi di qualità paesaggistica per l'ambito 05.

## **16.2. STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Le opere in progetto ricadono tra gli interventi identificati nell'allegato II-bis della parte seconda del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., i quali sarebbero soggetti alla procedura di **Verifica di assoggettabilità a VIA** di competenza statale ( 2) Progetti di infrastrutture d) acquedotti con una lunghezza superiore ai 20 km).

Tuttavia, ricadendo gli interventi nel Parco Naturale Regionale "Lama Balice" (istituito ai sensi della legge regionale 5 giugno 2007 n.15 e classificato come area naturale protetta), ai sensi dell'art. 6 comma 7 lett.b del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., l'intervento è assoggettato alla procedura di VIA. Infatti tale lettera b inserisce tra gli interventi da assoggettare alla procedura di VIA "i progetti di cui agli allegati II-bis e IV alla parte seconda del presente decreto, relativi ad opere o interventi di nuova realizzazione, che ricadono, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394, ovvero all'interno di siti della rete Natura 2000.

Quindi l'intervento, attraversando il sito Area Naturale Protetta del Parco Naturale Regionale "Lama Balice", è soggetto ad una procedura di **Valutazione di Impatto Ambientale**.

Lo Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) contiene le elaborazioni eseguite allo scopo di verificare la compatibilità ambientale e paesaggistica dell'intervento in progetto ed è stato elaborato secondo una struttura che ricalca consolidati schemi presenti in letteratura e a loro volta desunti dalle normative in vigore.

Nell'ambito della predetta procedura è ricompresa, come detto, anche la Valutazione di Incidenza Ambientale che andrà a considerare gli effetti diretti e indiretti del progetto di completamento dell'acquedotto sugli habitat e sulle specie appartenenti all'Area Naturale Protetta di Lama Balice, come stabilito dal D.P.R. 357/1997 ("Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche") all'Art.5, comma 4, e successivamente sostituito dal DPR 12 marzo 2003 n. 120, art. 6 comma 1 e 2.

Il S.I.A., dettagliatamente affrontato negli elaborati progettuali dedicati (Elaborati descrittivi da D.12.2 a D.12.9 ed elaborati grafici da G.11.1 a G.11.13):

- contiene un inquadramento generale con la pianificazione, la programmazione e la legislazione vigenti: PTA "Piano di Tutela delle Acque" Regione Puglia, P.P.T.R. "Piano Paesaggistico Territoriale Regionale", Piani di gestione della Rete Natura 2000 – Regione Puglia, *Important Birds Areas* – Regione Puglia, Piano territoriale del parco naturale regionale Lama Balice, Quadro di assetto dei tratturi, Ulivi monumentali ai sensi dell'art. 5 della L.R. 14/2007, Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Regione Puglia, PTCP "Piano Territoriale di

Coordinamento” della provincia di Barletta, Andria, Trani, PTCP “Piano Territoriale di Coordinamento” della provincia di Bari;

- descrive l’intervento in progetto;
- descrive lo stato attuale dell’ambiente interessato: ambiente idrico; suolo, sottosuolo e acque sotterranee; flora – vegetazione, fauna, ecosistemi, paesaggio; rumore; atmosfera; salute pubblica e aspetti socio-economici;
- individua e valuta gli impatti potenziali generati dalle opere in progetto su: ambiente idrico; suolo, sottosuolo e acque sotterranee; flora – vegetazione, fauna ed habitat; paesaggio; rumore; atmosfera;
- Individua le misure per evitare, ridurre e compensare gli impatti individuati: misure di mitigazione e compensazione per la componente flora-vegetazione, fauna, ecosistemi; misure di mitigazione per la componente suolo; misure di mitigazione per la componente paesaggio; misure di mitigazione per la componente rumore; misure di mitigazione per la componente atmosfera; mitigazione impatto sulla produzione di rifiuti; mitigazioni in fase di esercizio.

Lo Studio condotto affronta poi dettagliatamente in specifici elaborati gli impatti dell’opera in progetto su flora, fauna e habitat e l’impatto acustico.

### ***16.3. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE***

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale fornisce le informazioni utili allo sviluppo del monitoraggio ambientale che dovrà accompagnare l’intervento in progetto.

Sulla base delle caratteristiche dell’opera oggetto di monitoraggio e degli studi ambientali svolti le componenti ambientali che presentano delle potenziali criticità e che pertanto richiedono lo sviluppo di attività di monitoraggio sono:

- atmosfera;
- rumore;
- vibrazioni;
- vegetazione (ulivi).

Gli impatti associati a tutte le altre componenti, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio, possono essere ragionevolmente considerati nulli.

Per ciascuna delle componenti “atmosfera”, rumore” e “vibrazioni” si sono analizzati i seguenti aspetti: finalità del monitoraggio; normativa di riferimento; aree interessate alla procedura di monitoraggio; indicatori, metodiche di monitoraggio e di analisi; postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi; restituzione dei risultati e gestione delle anomalie.

Di seguito si riporta la sintesi complessiva dei rilievi previsti per le varie componenti ambientali. Per la componente vegetazione (ulivi) è previsto un monitoraggio triennale, con 2 uscite all'anno, per verificare il grado di attecchimento degli esemplari trapiantati di olivo, opportunamente censiti in fase di cantiere, e i nuclei di vegetazione naturale e gli arbusti di macchia lungo i muretti.

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Componente	Metodica	N° rilievi	
					AO	CO
P1	Torrino Barletta Comune di Barletta	Controllo impatti campo base/cantiere operativo Torrino Barletta	Atmosfera	A1	4	12
			Rumore	R2	1	12
P2	Strada Provinciale n°85 Comune di Bisceglie	Controllo impatti fronte di avanzamento	Atmosfera	A1	0	1
			Rumore	R2	1	1
			Vibrazioni	V4	1	1
P3	Torrino Molfetta - Comune di Molfetta	Controllo impatti campo base/cantiere operativo Torrino Molfetta	Atmosfera	A1	4	12
			Rumore	R2	1	12
P4	Loc. Via Terlizzi Comune di Molfetta	Controllo impatti fronte di avanzamento	Atmosfera	A1	0	1
			Rumore	R2	1	1
P5	Strada Prov. n° 112 Comune di Molfetta	Controllo impatti fronte di avanzamento	Rumore	R2	1	1
			Vibrazioni	V4	1	1
P6	Str. Bitonto/Palese/ Aeroporto Comune di Bitonto	Controllo impatti fronte di avanzamento	Rumore	R2	1	1
P7	Strada Prov. n° 218 Comune di Bitonto	Controllo impatti fronte di avanzamento	Rumore	R2	1	1

#### **16.4. PIANO DI UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DA SCAVO**

L'elaborato progettuale D.12.6 "Piano di Utilizzo – Relazione", del quale il presente paragrafo ne riporta una sintesi, descrive le modalità operative inerenti la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotto.

Il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo è stato redatto in conformità al DPR 13 giugno 2017, n.120.

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere in progetto, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo anziché lo smaltimento saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni o, in alternativa, conferiti a siti esterni.

Si precisa, infatti, che in riferimento ai fabbisogni delle opere in progetto, quota parte dei materiali di scavo prodotti dalle lavorazioni presentano caratteristiche geotecniche e chimiche assolutamente idonee per possibili utilizzi interni quali rinterri, riempimenti e copertura vegetale.

La realizzazione delle opere oggetto del Piano di Utilizzo determina la produzione complessiva di circa 360.000 m<sup>3</sup>. In particolare, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte e delle caratteristiche geotecniche dei materiali scavati, i lavori saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- conglomerati bituminosi prodotti dalla demolizione delle pavimentazioni stradali delle strade interferenti interessate dalla posa del vettore in progetto, destinati a centri di recupero/discarda ammontano a Q.tà ca. 120 ton;
- materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali ammontano a Q.ta ca. 218.000 m<sup>3</sup> (in banco);
- materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, ed infine conferiti ai siti di destinazione esterni al cantiere per recupero/riqualificazione ambientale e/o conferiti in apposite centri di recupero ed ammontano a Q.ta. ca. 142.000 m<sup>3</sup> (in banco) di cui 84.000 m<sup>3</sup> saranno conferiti a recupero/riqualificazione ambientale (siti di destinazione finale) e/o c.a. 58.000 m<sup>3</sup> a centri di recupero;
- materiale derivante dall'abbattimento di alberatura classificato CER 17 02 01 (legno) pari a circa 11.000 ton. - Conferimento a compostaggio.

I materiali provenienti dagli scavi saranno pertanto gestiti come sottoprodotti, in esclusione dal regime dei rifiuti, e conferiti ai siti di deposito in attesa di utilizzo ed ai siti di utilizzo finale.

Viste le caratteristiche geologiche/geomeccaniche di buona parte dei materiali scavati, al fine di riutilizzare i materiali scavati per rinterri/rilevati si procederà alla riduzione volumetrica e selezione granulometrica di circa 140.000 m<sup>3</sup> (in banco) scavati attraverso l'utilizzo di un frantumatore ubicato nell'area di stoccaggio.

## 17. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Unitamente alla campagna di indagini geognostiche, sono state eseguite, in parallelo, una serie di indagini ambientali (Elaborato “*Relazione sulle attività di Indagine Ambientale*” D.12.7), ai sensi del DPR 120/2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata delle terre e rocce da scavo ai sensi dell’art. 8 del decreto legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito con modificazioni dalla legge 11 novembre 2014 n. 164”, consistite in:

- N. 93 perforazioni a rotazione e carotaggio continuo della profondità di 4 m dal p.c. con prelievo di n. 3 campioni per sondaggio;
- Analisi chimiche di laboratorio sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi secondo i parametri del set analitico minimale previsto nell’Allegato 4 ai fini della redazione del Piano di Utilizzo (art. 9 - All. 5 D.P.R. 120/2017);
- Test di cessione su campioni di materiale di riporto e quantificazione della frazione antropica ai sensi dell’All. 10 del D.P.R. 120/2017.

Trattandosi di un’opera infrastrutturale lineare con profondità di scavo di progetto entro i 4.0 metri dal piano campagna, la caratterizzazione ambientale è stata eseguita mediante sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 4.0 metri; il campionamento è stato effettuato ogni 500 metri lineari di tracciato come previsto dal DPR 120/2017.

La profondità d’indagine ha visto il campionamento di tre campioni per sondaggio, nello specifico:

- campione 1: da 0 a 1 m da p.c. (top soil);
- campione 2: da 3.5 a 4.0 m da p.c. (zona di fondo scavo);
- campione 3: da 1.5 a 3.0 m da p.c. nella (zona intermedia tra i due).

Per i punti di campionamento ricadenti in prossimità di attraversamenti stradali o aree in cui è stata riscontrata la presenza di materiale di riporto, non essendo nota l’origine dei materiali inerti che lo costituiscono, sono stati eseguiti test di cessione e la valutazione della percentuale in peso degli elementi di origine antropica.

I campioni portati in laboratorio sono privi della frazione maggiore di 2 cm (già scartata in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull’aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora

si abbia evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche sono condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione è riferita allo stesso.

Il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1 del DPR 120/2017, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

I campioni sono stati conferiti presso il Centro Analisi Chimiche TecnoLab della dott.ssa Caterina Serino, con sede in Altamura. **Dalle analisi condotte sui campioni è emerso che i parametri ricercati in ottemperanza all'Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del D.Lgs. 152/2006 rispettano i limiti fissati dalla Tabella 1, colonna A. Pertanto, il materiale non risulta contaminato e non costituisce rifiuto, può essere gestito come sottoprodotto ai sensi dell'articolo 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e del D.P.R. 120/2017.**

Si precisa che in riferimento ai parametri IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) gli stessi sono risultati non presenti analiticamente in nessun campione come da mancata rilevabilità di idrocarburi >12 in nessun campione, a conferma di assenza in situ di insediamenti che possano aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

## 18. STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO

L'opera, con il suo tracciato, attraversa i Comuni di Barletta, Andria, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Bitonto. Si riporta, di seguito, un quadro riassuntivo dell'inserimento urbanistico dell'opera a farsi, per i cui dettagli si rimanda agli elaborati progettuali relativi allo Studio di Impatto Ambientale.

### Barletta

Il tracciato della condotta in progetto attraversa il Comune di Barletta in territorio agricolo, aree esterne alle zonizzazioni definite dallo strumento urbanistico e pertanto prive di vincoli in merito alle opere a farsi.

### Andria

Il tracciato della condotta in progetto attraversa il Comune di Andria nelle aree classificate nel Piano Regolatore Generale E1, E2, Lama e Viabilità, aree catalogate in "Zone destinate ad attività produttive", sulle quali non esistono vincoli specifici.

### Trani

Il tracciato della condotta in progetto attraversa il Comune di Trani in un tratto extraurbano in ambiente agricolo, sulle quali aree non esistono vincoli specifici.

### Bisceglie

Il tracciato della condotta in progetto attraversa il Comune di Bisceglie per un tratto extraurbano in ambiente agricolo, aree esterne alle zonizzazioni definite dallo strumento urbanistico e pertanto prive di vincoli in merito alle opere a farsi.

### Molfetta

Il tracciato della condotta in progetto attraversa il Comune di Molfetta per un tratto extraurbano in aree agricole esterne alle zonizzazioni definite dal Piano Regolatore Generale e pertanto prive di vincoli in merito alle opere a farsi.

### Giovinazzo

Il tracciato della condotta in progetto attraversa il Comune di Giovinazzo in un'area extraurbana classificata nel Piano Regolatore Generale "E1 - Zona per attività primarie". Su detta area non sussistono vincoli specifici in riferimento alla tipologia di intervento a farsi.

### Bitonto

Il tracciato della condotta in progetto attraversa un'area extraurbana del Comune di Bitonto, per un tratto di circa 12 km. Dall'analisi del **Piano Regolatore Generale** del Comune di Bitonto, il tracciato della condotta attraversa sostanzialmente aree agricole ove non sussistono vincoli, precisamente attraversa per gran parte un'area tipizzata E1 "Verde agricolo" e porzioni di aree tipizzate

E2 “Verde agricolo – Vallone Tiflis” ed E2bis “Alveo torrente Tiflis”. Il tracciato interessa anche un’area tipizzata D3 “Zona industriale ASI” e lambisce alcune aree tipizzate D5 “Zone produttive con vincolo lama Balice”. In riferimento alle perimetrazioni classificate E2, trattandosi di zona di particolare interesse idrogeologico, ogni intervento è assoggettato al preventivo parere dell’autorità forestale competente (vedi R.D.L. 30/12/1923 n. 3267). Per le aree ricomprese nella zona “E2bis” assoggettate al vincolo ex lege 431/85, ogni intervento deve rispettare la disciplina statale e regionale di riferimento.

## **19. ESITO DI ACCERTAMENTI SPECIALISTICI DI NATURA AGRONOMICA ED ARCHEOLOGICA**

### **19.1. RELAZIONE AGRONOMICA**

Al fine di effettuare una valutazione tecnica delle colture ricadenti nelle aree interessate dalle opere previste in progetto, con indicazione di presenza di eventuali ulivi aventi carattere di monumentalità e/o di piante e/o essenze di rilevante importanza, è stata redatta, da professionista all'uopo incaricato, apposita relazione agronomica ai sensi della normativa vigente (Legge n. 144 del 14.2.1951 e successive modifiche, del D.G.R. n. 7310 del 14.12.1989, della L.R. n. 14 del 4.6.2007 e successive modifiche e integrazioni (L.R. 11.4.2013, n. 12), della Legge n. 10 del 14.1 2013, a cui si rimanda per ogni approfondimento (Elaborato D.15 "Relazione agronomica").

La relazione agronomica tiene conto degli esiti della Conferenza di Servizi Preliminare in termini sia di modifiche apportate successivamente al tracciato, sia delle prescrizioni poste dagli Uffici competenti in materia. Tutte le piante di ulivo rilevate nell'area esaminata sono state catalogate in funzione della lunghezza del diametro, misurato a 130 cm di altezza, in tre categorie, in conformità a quanto stabilito dalla L.R. n. 14 del 4.6.2007 e successive modifiche e/o integrazioni.

Le caratteristiche di ciascuna categoria sono le seguenti:

- la prima categoria comprende gli ulivi rilevati nella fascia di "Occupazione definitiva" di 10 m e nella fascia di "Occupazione temporanea" di 6m che presentano caratteristiche di monumentalità;
- la seconda categoria comprende ulivi rilevati che hanno un diametro compreso tra i 70-100 cm che non presentano caratteristiche di monumentalità ma che potranno essere oggetto di successiva valutazione;
- la terza classe comprende tutti gli ulivi divisi in base alle due fasce che hanno diametro compreso tra 0 cm e i 70 cm e che non presentano le caratteristiche di monumentalità, dei quali è stato rilevato il numero per ogni particella interessata.

In tutto il percorso sono state stimate 10.760 ulivi suddivisi in 503 Ulivi Monumentali, di cui n.310 sulla fascia di "Occupazione definitiva" e n. 193 sulla "fascia di occupazione temporanea", e 10.257 Ulivi non monumentali, di cui 6.395 sulla fascia di "Occupazione definitiva" e 3.862 sulla fascia di "Occupazione temporanea". A questi sono da aggiungere n. 86 alberi con diametro del tronco tra i "70 e 100 cm" non aventi carattere di monumentalità, ma che potrebbero essere oggetto di valutazione in fase di verifica da parte dell'Ufficio Provinciale Agricoltura.

Nell'ambito di detto studio, dopo una propedeutica valutazione tecnica delle colture ed una classificazione delle essenze rilevate, è stata analizzata la destinazione degli ulivi interferenti con le opere di progetto, siano essi con caratteristiche di monumentalità o meno. Nella stessa Relazione agronomica sono descritte le procedure di reimpianto degli alberi monumentali rinvenuti nel sito d'intervento ed indicate le operazioni colturali atte a garantire il completo attecchimento.

Tutte gli ulivi individuati lungo il tracciato aventi caratteristiche monumentali, sono stati georeferenziati e classificati tenendo conto del diametro del tronco e del numero di tronchi per pianta. Le piante sono state distinte in base alle due fasce di "Occupazione definitiva" della larghezza di 10 metri e di "occupazione temporanea" della larghezza di 6 metri.

Per quanto concerne tutti gli ulivi monumentali rilevati nella fascia di "Occupazione Definitiva" sono state analizzate due possibili soluzioni progettuali alternative:

- trapianto in area regionale baricentrica realizzando un parco regionale di ulivi monumentali;
- trapianto nelle stesse particelle o in particelle adiacenti o immediatamente vicine alla fascia di "Occupazione definitiva".

## **19.2. RELAZIONE ACHEOLOGICA**

Allo scopo di effettuare un preliminare studio del tracciato per conoscere i siti ove vi sia la maggiore aspettativa di rinvenimenti significativi, è stata all'uopo incaricato un professionista archeologo accreditata, che ha redatto apposita *Relazione di Verifica preventiva dell'interesse archeologico* (Elaborato D.10.1), secondo le indicazioni contenute nell'art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016. In esito agli approfondimenti sviluppati e riportati nella richiamata *Relazione di Verifica preventiva dell'interesse archeologico* aggiornata a seguito delle variazioni di tracciato apportate, cui si rimanda per ogni approfondimento, alla luce dei dati raccolti in fase di ricerca di archivio e bibliografica, nonché degli esiti dell'attività di ricognizione, è stata proposta la seguente valutazione di rischio archeologico in relazione all'opera in progetto:

### **✓ Rischio archeologico alto:**

- tratto di ca. 500 metri in corrispondenza dell'insediamento neolitico di loc. *Pere Rosse* (Bitonto);
- tratto compreso tra la SP 156 (Bitonto) fino a ca. 200 m a sud della SP 98 (Bitonto). Il tratto rischia di intercettare le vie Traiana e Minucia (sito 60);

### **✓ Rischio archeologico medio:**

- tratto compreso tra la SP 238 (Trani) e la SP 23 (Molfetta). Il tratto corre a breve distanza dai siti di *Masseria San Giovanni/Ciardi* (sito 3), *Cirignano* (sito 16), *La Chianca* (sito 9),

*Albarosa (sito 10), Torre Scorrano (sito 28), Frisari (sito 12), Masseria Pasquale (sito 13);*

- *tratto compreso tra la strada Località Termite (Giovinazzo) e il nuovo serbatoio di Giovinazzo. Il tratto corre a breve distanza dal dolmen San Silvestro (sito 41) e Torre Bonvino (sito 47);*
- *tratto compreso tra l'area ad alto rischio di loc. Pere Rosse e la S.P. 88;*
- *tratto compreso tra l'area ad alto rischio di loc. Pere Rosse e via Filieri.*

#### ✓ **Rischio archeologico basso**

- *tutti i rimanenti tratti.*

Successivamente, in ottemperanza alle richieste degli uffici della Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio territorialmente competenti, in alcune aree classificate a medio ed alto rischio archeologico (vedi tabella), sono state eseguite da ditta incaricata, indagini indirette di tipo magnetometrico che consistono nel misurare i valori di intensità del campo magnetico terrestre o del suo gradiente e nell'analizzarne variazioni e anomalie: dall'analisi delle anomalie riferite agli strati di terreno più vicini alla superficie è possibile individuare la presenza di formazioni archeologiche sepolte.

<b>Tratto</b>	<b>Lunghezza in Km</b>	<b>Zona</b>	<b>Rischio</b>
A	0.70	Diramazione serbatoio Trani	Medio
B	9.46	Trani-Bisceglie-Molfetta	Medio
C	1.26	Giovinazzo	Medio
D	0.39	Bitonto loc. "Pere Rosse"	Medio
	0.50	Bitonto-Palese	Alto
	0.39	Bitonto loc. "Pere Rosse"	Medio
E	2.51	Bitonto-Palese Areoport	Alto

Le indagini eseguite hanno evidenziato le seguenti anomalie magnetiche: n.1 anomalia nel tratto B; n.1 anomalia nel tratto C; n.2 anomalie nel tratto D; n.3 anomalie nel tratto E.

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato progettuale D.10.2 *"Relazione di approfondimento del rischio archeologico tramite indagini magnetometriche"*.

A seguito degli esiti delle indagini magnetometriche, la Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la Città Metropolitana di Bari ha richiesto l'esecuzione di alcuni scavi archeologici localizzati esclusivamente in corrispondenza del sito "Pere Rosse" in agro di Bitonto. Le attività sono state eseguite da società archeologica accreditata, incaricata da Acquedotto Pugliese. Gli esiti dei saggi sono riportati dettagliatamente nell'elaborato progettuale D.10.3 *"Relazione sugli scavi archeologici preventivi in località Pere Rosse (Bitonto)"*.

## 20. EVENTUALI RINVENIMENTI DI ORDIGNI BELLICI

L'acquedotto in argomento interesserà suoli ricedenti in agro dei comuni di Barletta, Andria, Trani, Bisceglie, Molfetta, Giovinazzo e Bitonto.

Per la posa della condotta verranno realizzati scavi di profondità variabile sino a m.8,76, oltre agli scavi per la realizzazione delle opere d'arte.

Ai sensi dell'art.91 co. 2-bis Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, così come modificato dalla legge n. 177 del 01/10/2012, il Coordinatore in fase di progettazione nella redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento effettuerà la valutazione del rischio derivante dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi nei cantieri temporanei e mobili interessati da attività di scavo.

In questa fase di redazione del progetto definitivo sono stati redatti gli elaborati D.19.1 "Piano di Sicurezza e Coordinamento" e D.19.2 "Costi della Sicurezza".

Dal punto storiografico i seguenti comuni oggetto dei lavori sono stati interessati durante il secondo conflitto mondiale da alcune operazioni aeree che comunque hanno interessato esclusivamente i centri abitati:

- Molfetta fu colpita durante l'incursione aerea da parte dell'aviazione tedesca avvenuta il 6 novembre 1943;
- Barletta fu colpita durante l'incursione aerea da parte dell'aviazione tedesca avvenuta il 12 settembre 1943;
- la zona portuale di Trani il 27 aprile del 1943 fu bombardata dalla NASAF ;
- Bari ha subito 3 importanti bombardamenti da parte delle forze alleate il 24 aprile 1943, il 17 luglio 1943 e il 24 agosto 1943; inoltre la zona portuale è stato oggetto di un pesante bombardamento da parte dell'aviazione tedesca il 2 dicembre 1943.

Le opere oggetto dei lavori interesseranno essenzialmente suoli utilizzati ai fini agricoli e comunque distanti dai centri abitati e da strutture strategiche quali porti, caserme ed aeroporti, mentre la condotta avrà una interferenza con la linea ferroviaria Bari-Barletta.

Dal punto di vista geologico/stratigrafico le aree oggetto dell'intervento presentano tratti di roccia compatta superficiale o relativamente poco profonda per le quali la probabilità di ritrovamento di ordigni bellici inesplosi risulta molto bassa.

Inoltre nelle zone limitrofe a quelle oggetto dell'intervento non si hanno notizie in merito a ritrovamenti di ordigni bellici.



*Fig. 20.1 - Mappa zone minate WWII*

Infine, come visibile nella in fig. 1 , tratta dal sito <http://www.snbsrl.it>, la zona non risulta classificata come area di presenza di ordigni bellici interrati.

Per quanto sopra benché si ritengono limitati i rischi legati al rinvenimento di ordigni residuati bellici durante le attività di scavo poiché tale rischio non è nullo si è previsto di effettuare, a carico dell'impresa aggiudicataria, prima delle operazioni di scavo le attività di bonifica bellica sistematica da ordigni esplosivi residuati bellici da parte di ditta specializzata nel settore della bonifica bellica iscritta in apposito albo istituito presso il Ministero della Difesa ( con idonea classifica) ai sensi dell'art. 91 co. 2-bis del TUS.

## **21. IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA**

La corrosione dei metalli è un fenomeno fisico-chimico che avviene con degradazione di uno o più metalli in contatto con un certo ambiente e che comporta la presenza simultanea di due reazioni, una anodica di ossidazione e una catodica di riduzione. Quando un metallo è a contatto con un elettrolita (acqua, terreno, umidità ecc.) assume un potenziale elettrico, determinato dalle reazioni chimiche citate, il cui valore dipende dal metallo e dall'elettrolita.

Due metalli diversi a contatto elettrico fra loro e immersi in un elettrolita, assumendo due valori diversi di potenziale, provocano il flusso di una corrente elettrica spontanea che tende a condurre i potenziali naturali dei due metalli verso uno stesso valore detto potenziale misto o di corrosione.

La circolazione di corrente nel metallo avviene a livello elettronico, mentre nell'elettrolita avviene mediante migrazione ionica connessa alle reazioni di ossidoriduzione, con disgregazione del metallo con potenziale naturale più anodico. Fornendo dall'esterno alla coppia di metalli una corrente elettrica si provoca forzatamente una variazione del potenziale misto inducendo una sovratensione. Se questa sovratensione è tale da rendere il potenziale di un metallo più elettronegativo di quello che è il suo potenziale di ossidoriduzione, non esiste più la possibilità che il metallo si corroda.

Su questo concetto si basa la protezione catodica che consiste appunto nella realizzazione di un impianto in grado di condurre il potenziale delle strutture a valori di immunità.

L'impianto di protezione catodica in questione, descritto in apposita relazione, è pertanto costituito da una sorgente di corrente continua collegata alla struttura.

L'intera tratta di tubazioni e relative derivazioni saranno quindi dotate di un impianto con alimentatore con un dispersore che andrà immerso nello stesso elettrolita in cui è posata la struttura, per garantire il flusso ionico della corrente di protezione.

L'impianto di protezione catodica sarà completato con un sistema di monitoraggio per il controllo del livello di protezione.

### ***21.1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DA PROTEGGERE***

L'impianto da proteggere coinvolge il territorio compreso tra i comuni di Barletta (BAT) e Modugno (BA).

Tale impianto è costituito dall'insieme delle seguenti tubazioni in acciaio interrate:

<b>Diametro nominale</b>	<b>Spessore</b>	<b>Lunghezza</b>	<b>Superficie</b>
DN 200 mm	2,0 mm	27,52 ml	17,37 m <sup>2</sup>
DN 300 mm	5,6 mm	123,50 ml	117,42 m <sup>2</sup>
DN 400 mm	6,3 mm	1.042,03 ml	1.319,10 m <sup>2</sup>
DN 1000 mm	10,0 mm	13.710,55 ml	43.266,40 m <sup>2</sup>
DN 1200 mm	12,5 mm	33.415,70 ml	126.566,10 m <sup>2</sup>
<b>TOTALI</b>		<b>48.319,30 ml</b>	<b>171.286,49 m<sup>2</sup></b>

### **21.2. NUMERO DI PUNTI DI ALIMENTAZIONE – SEZIONAMENTO ELETTRICO**

L'impianto nel suo complesso è stato suddiviso in 04 sistemi, come qui di seguito riportato:

SISTEMA 1: dal torrino di Barletta alla diramazione per presa di Trani;

SISTEMA 2: dal serbatoio esistente di Trani al torrino di disconnessione di Molfetta;

SISTEMA 3: dal torrino di disconnessione di Molfetta alla diramazione per presa di Giovinazzo;

SISTEMA 4: dal nuovo serbatoio di Giovinazzo al nodo terminale nuovo serbatoio di Modugno.

Si ipotizza di installare 06 impianti di protezione catodica a corrente impressa con drenaggio forzato su altrettanti dispersori anodici.

### **21.3. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI DISPERSORI**

Il dispersore anodico previsto è formato da elementi in ferro DN70mm per una lunghezza complessiva di 42 ml e peso di circa 1500kg. Detta barra anodica sarà alloggiata entro perforazione in cui, sarà circondata da un backfill di carbone coke di petrolio calcinato a bassa resistività.

Il dispersore da realizzarsi sarà verticale profondo. Il calcolo della corrente erogabile da ciascun dispersore anodico di cui alla seguente tabella, è stato elaborato considerando un valore medio aritmetico tra le resistività rilevate a -40ml e quelle rilevate a -80ml.

### **21.4. SEZIONAMENTI ELETTRICI**

Al fine di isolare elettricamente la rete di condotte da ogni altra struttura esterna quali ad esempio i torrini, le vasche, I serbatoi ecc., sulle condotte devono essere installati dei giunti dielettrici. Analoghi giunti dielettrici andranno installati per delimitare le zone di influenza di ogni singolo impianto e per creare sistemi di limitata lunghezza, separabili all'occorrenza dal resto dell'impianto, per eseguire misure di controllo o ricerche di eventuali anomalie.

## **21.5. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO, UBICAZIONE DEGLI ORGANI DI PROTEZIONE**

L'impianto di protezione catodica definitivo nel suo complesso, sarà costituito da:

- N° 04 Impianti di protezione catodica (nel seguito IPC) a corrente impressa con drenaggio forzato su dispersore anodico di profondità con alimentatore da 10 Amp. Gli impianti saranno posizionati sempre in manufatti o proprietà dell'Ente Appaltante come da seguente elenco, se consentito dai risultati delle indagini geo-elettriche preventive.
  - IPC 1: Torrino di Barletta;
  - IPC 2: Serbatoio di Trani;
  - IPC 3: Torrino di Molfetta;
  - IPC 4: Nuovo serbatoio di Giovinazzo.
- N° 02 Impianti di protezione catodica a corrente impressa con drenaggio forzato su dispersore anodico di profondità con alimentatore da 5 Amp. Gli impianti saranno posizionati sempre in manufatti o proprietà dell'Ente Appaltante come da seguente elenco, se consentito dai risultati delle indagini geo-elettriche preventive.
  - IPC 5: serbatoio di Palese;
  - IPC 6: nuovo serbatoio di Modugno.
- N° 06 Logger a tre canali per la telesorveglianza dei parametri elettrici di funzionamento degli alimentatori catodici;
- N° 10 Logger a due canali per la telesorveglianza dei valori di  $E_{ON}$  lungo linea o in punti caratteristici del tracciato di posa delle tubazioni. Detti logger si dovranno installare entro le cassette dei posti di misura previsti.
- N° 35 Posti di interruzione e misura a colonnina.

## 22. IMPIANTO ELETTRICO E TELECONTROLLO

Dal punto di vista impiantistico nelle varie camere di misura e nel nuovo torrino di Molfetta saranno previsti nuovi impianti elettrici di forza motrice, automazione, misura, telecontrollo ed illuminazione ordinaria e di emergenza.

Tutti gli impianti saranno caratterizzati da un sistema del tipo TT e saranno alimentati in bassa tensione dai rispettivi contatori ENEL esistenti. In relazione all'impiantistica elettrica, i singoli componenti saranno realizzati a regola d'arte (D.M. 37/08 e successive integrazioni.), e secondo le varie normative emanate dal CEI, nonché secondo le altre disposizioni legislative vigenti. Di seguito si riportano le caratteristiche degli impianti per le varie camere di misura presenti nel seguente progetto.

### Camera di misura di Barletta

Nei pressi del serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura in arrivo di progetto, dimensioni interne 12,50 m x 3,00 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN1200, valvola a farfalla motorizzata DN1200, sfiato a tripla funzione DN150, misuratore di portata elettromagnetico DN600, giunto di smontaggio DN1200, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare la nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente sul posto e a servizio del Torrino esistente limitrofo; in particolare come si evince dagli elaborati grafici allegati, si provvederà alla installazione di un nuovo centralino sottocontatore nei pressi del contatore ENEL esistente; da qui si diramerà una nuova linea con posa in cavidotto interrato che arriverà nei pressi dei quadri elettrici esistenti di gestione torrino; qui sarà prevista l'installazione di un nuovo quadro di distribuzione a parete che andrà ad alimentare tutte le opere elettriche presenti all'interno della camera di misura (illuminazione, impianto di F.M., valvola a farfalla, misuratore di portata, misuratore di pressione); il collegamento tra il nuovo quadro elettrico e la suddetta camera avverrà in parte mediante posa in cavidotto interrato e in altra parte mediante tubi rigidi a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Camera di misura e regolazione di Trani

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura in arrivo di progetto, dimensioni interne 7,75 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN400, valvola a farfalla DN400, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a fuso DN200, misuratore di portata elettromagnetico DN200, giunto di smontaggio DN400, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare la nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente sul posto e a servizio del serbatoio esistente limitrofo, in particolare come si evince dagli elaborati grafici allegati si provvederà alla installazione di un nuovo centralino nei pressi del contatore ENEL esistente; da qui si diramerà una nuova linea con posa in cavidotto interrato che arriverà nei pressi dei quadri elettrici esistenti; qui sarà prevista l'installazione di un nuovo quadro di distribuzione a parete che andrà ad alimentare tutte le opere elettriche presenti all'interno della camera di misura (illuminazione, impianto di F.M., valvola a fuso, misuratore di portata, misuratore di pressione); il collegamento tra il nuovo quadro elettrico e la suddetta camera avverrà in parte mediante posa in cavidotto interrato e in altra parte mediante tubi rigidi a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Camera di misura e regolazione di Bisceglie

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura e regolazione in arrivo di progetto, dimensioni interne 7,75 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN400, valvola a fuso di regolazione DN250, misuratore di portata elettromagnetico DN250, giunto di smontaggio DN400, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare la nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente sul posto e a servizio del serbatoio esistente limitrofo, in particolare come si evince dagli elaborati grafici allegati si provvederà alla installazione di un nuovo interruttore nel centralino esistente ubicato nei pressi del contatore ENEL; da qui si diramerà una nuova linea con posa in cavidotto interrato che arriverà nei pressi dei quadri elettrici esistenti; qui sarà prevista l'installazione di un nuovo quadro di distribuzione a parete che andrà ad alimentare tutte le opere elettriche presenti all'interno della camera di misura (illuminazione,

impianto di F.M., valvola a fuso, misuratore di portata, misuratore di pressione); il collegamento tra il nuovo quadro elettrico e la suddetta camera avverrà in parte mediante posa in cavidotto interrato e in altra parte mediante tubi rigidi a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Torrino di Molfetta

Nei pressi del serbatoio esistente di Molfetta è prevista la realizzazione di un torrino piezometrico. L'opera è costituita da una camera di manovra seminterrata e dalla struttura costituente il torrino vero e proprio, fuori terra.

Nello specifico, in entrata al torrino è stata prevista l'installazione di una valvola a fuso del DN 800 dotata di un attuatore elettrico con teleinvertitore; inoltre si prevederà l'inserimento, all'interno del torrino, di un sensore di livello di tipo piezoresistivo.

Il sistema sensore di livello - valvola a fuso sarà tarato in modo tale da evitare anomali aumenti del livello idrico nella vasca oltre la soglia di sfioro. In questi casi in base al segnale di livello ricevuto, il PLC modulerà la regolazione del grado di apertura della valvola a fuso. Tale sistema dovrà essere mantenuto sempre in perfetta efficienza.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare la nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente sul posto e a servizio del serbatoio esistente limitrofo, in particolare come si evince dagli elaborati grafici allegati si provvederà alla installazione di un nuovo centralino nei pressi del contatore ENEL esistente; da qui si diramerà una nuova linea con posa in cavidotto interrato che arriverà nei pressi dei quadri elettrici esistenti; qui sarà prevista l'installazione di un nuovo quadro di distribuzione a parete che andrà ad alimentare tutte le opere elettriche presenti all'interno della camera di misura (illuminazione, impianto di F.M., valvola a fuso, misuratore di portata, misuratore di pressione); il collegamento tra il nuovo quadro elettrico e la suddetta camera avverrà in parte mediante posa in cavidotto interrato e in altra parte mediante tubi rigidi a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Camera di manovra di Molfetta

All'ingresso del manufatto del serbatoio esistente, nel corridoio centrale della camera di manovra esistente saranno alloggiati: giunto dielettrico DN400, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a farfalla DN400, giunto di smontaggio DN400, valvola di regolazione a fuso DN300, bypass DN100, misuratore di portata elettromagnetico DN250, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare gli elementi della nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente nel serbatoio mediante tubi in PVC con posa rigida a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Camera di misura e regolazione di Giovinazzo

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura e regolazione in arrivo di progetto, dimensioni interne 6,05 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN200, valvola a fuso di regolazione DN150, misuratore di portata elettromagnetico DN150, giunto di smontaggio DN200, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare la nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente sul posto e a servizio del serbatoio esistente limitrofo, in particolare come si evince dagli elaborati grafici allegati si provvederà alla installazione di un nuovo centralino nei pressi del contatore ENEL esistente; da qui si diramerà una nuova linea con posa in cavidotto interrato che arriverà nei pressi dei quadri elettrici esistenti; qui sarà prevista l'installazione di un nuovo quadro di distribuzione a parete che andrà ad alimentare tutte le opere elettriche presenti all'interno della camera di misura (illuminazione, impianto di F.M., valvola a fuso, misuratore di portata, misuratore di pressione); il collegamento tra il nuovo quadro elettrico e la suddetta camera avverrà in parte mediante posa in cavidotto interrato e in altra parte mediante tubi rigidi a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Camera di misura e regolazione di Palese-S. Spirito

Prima dell'ingresso nel serbatoio esistente è prevista la realizzazione di una camera di misura e regolazione in arrivo di progetto, dimensioni interne 7,75 m x 2,40 m, in cui sono alloggiati: giunto dielettrico DN300, valvola a fuso di regolazione DN200, misuratore di portata elettromagnetico DN200, giunto di smontaggio DN300, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare la nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente sul posto e a servizio del serbatoio esistente limitrofo, in particolare come si evince dagli elaborati grafici allegati si provvederà alla installazione di un nuovo centralino nei pressi del contatore ENEL esistente; da qui si diramerà una nuova linea con posa in cavidotto interrato che arriverà nei pressi dei quadri elettrici esistenti; qui sarà prevista l'installazione di un nuovo quadro di distribuzione a parete che andrà ad alimentare tutte le opere elettriche presenti all'interno della camera di misura (illuminazione, impianto di F.M., valvola a fuso, misuratore di portata, misuratore di pressione); il collegamento tra il nuovo quadro elettrico e la suddetta camera avverrà in parte mediante posa in cavidotto interrato e in altra parte mediante tubi rigidi a parete.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

### Camera di misura e regolazione di Bari-Modugno

A monte dell'ingresso nella camera di manovra esistente del serbatoio, verrà realizzata una camera di misura e regolazione in c.a. avente dimensioni interne 12,50 m x 3,00 m, all'interno della quale saranno alloggiati: giunto dielettrico DN1000, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a farfalla motorizzata DN1000, sfiato a tripla funzione DN150, valvola a fuso di regolazione motorizzata DN600, misuratore di portata elettromagnetico DN500, giunto di smontaggio DN1000, N. 2 misuratori di pressione a monte e a valle del sistema di regolazione e misura.

Con riferimento alla configurazione impiantistica si è deciso di alimentare gli elementi della nuova camera di misura direttamente dall'alimentazione elettrica già presente nel serbatoio mediante posa entro cavidotti interrati.

Da punto di vista della gestione dei segnali di misura provenienti dalla camera, si è deciso di riportare tali misure analogiche nei pressi del quadro di telecontrollo attualmente a servizio del serbatoio esistente mediante cavidotto interrato e opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

## **23. COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA**

Lungo l'intero tracciato la condotta interferisce in alcuni tratti, sia parallelamente che trasversalmente, con linee elettriche in Alta e Media Tensione, di proprietà della Società TERNA.

### **23.1. INTERFERENZE PARALLELE ALLA CONDOTTA LOCONE II LOTTO**

Di seguito vengono elencate le interferenze parallele alla condotta Locone II Lotto, meglio dettagliate nella relazione specialistica allegata al progetto.

- Parallelismo Locone II Lotto // Linea A.T. Bisceglie - Terlizzi (23945B1)
- Parallelismo Locone II Lotto // Linea A.T. Molfetta RT – Bari Parco Nord RT (23B09A1)
- Parallelismo Locone II Lotto // Linea A.T. Molfetta RT – Bari Parco Nord RT (23B09A1)

### **23.2. INTERFERENZE PERPENDICOLARI ALLA CONDOTTA LOCONE II LOTTO**

Di seguito vengono elencate le interferenze perpendicolari alla condotta Locone II Lotto, meglio dettagliate nella relazione specialistica allegata al progetto.

- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Andria Nord – Trani (23979A1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Andria - Bisceglie (23943B1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Bisceglie - Terlizzi (23945B1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Molfetta - Terlizzi (23944B1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Ciardone - Molfetta d.t. Giovinazzo - Ciardone (23679F1 + 23678F1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea M.T. Giovinazzo - Meca (24065A1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Bitonto – Giovinazzo (23947A1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Bari Industriale 2- Corato (23077G1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Bitonto – Modugno (23961A1)
- Interferenza Locone II Lotto con Linea A.T. Bari Ovest – Modugno cd Bitetto RFI (23960A1)
- Interferenze Locone II Lotto con Linea A.T. Molfetta RT – Bari Parco Nord RT (23B09A1)

### **23.3. METODO DI CALCOLO**

L'elettrodotto aereo e l'acquedotto, nel tratto di parallelismo o di attraversamento, sono stati considerati come due circuiti elettrici immersi in un mezzo omogeneo e isotropo di permeabilità magnetica  $\mu_0$  costante e indipendente dall'induzione magnetica B.

L'elettrodotto è attraversato da tre correnti all'istante  $t$ , esse generano, nello spazio circostante, un campo di induzione magnetica  $B_T$  che è proporzionale, per la prima legge di Laplace, alle correnti circolanti nei conduttori dell'elettrodotto.

L'induzione magnetica  $B_T$  concatenandosi con l'acquedotto, nel tratto di parallelismo, crea un flusso  $\Phi$  proporzionale alle correnti circolanti nei conduttori dell'elettrodotto.

Per cui si può porre:

$$B_T = \frac{\mu_0 i_t}{2\pi \cdot d}$$

Dove:

$\mu_0$  è la permeabilità magnetica nel vuoto;

$d$  è la minima distanza tra l'elettrodotto e l'acquedotto;

$i_t$  è il contributo totale delle tre correnti  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  nella determinazione di  $B_T$ .

Nel concatenamento tra i due conduttori, cavo aereo e tubazione metallica, si suppone che il coefficiente di mutua induzione sia simmetrico fra i due circuiti.

Se l'induzione magnetica  $B_T$  coinvolgesse un conduttore avvolto a spire, il potenziale  $V$  su di esso indotto sarebbe:

$$V = 2\pi \cdot f \cdot N \cdot S \cdot B_T$$

Dove:

$f$  è la frequenza di rete;

$N$  è il numero di spire coinvolte dal campo  $B$ ;

$S$  è la sezione delle spire.

Ovviamente la condotta in tubazione metallica non si comporta come una spira, per cui si assumeranno nel calcolo le ipotesi di seguito precisate.

### **Il caso di condotte parallele alla linea aerea**

Per le condotte con sviluppo parallelo all'elettrodotto la schematizzazione di calcolo prevede una spira unica (nel calcolo quindi  $N = 1$ ), la cui sezione concatenata al campo generato dal cavo aereo, sarà calcolata secondo la seguente:

$$S = D_C \cdot L_C$$

Dove:

$D_C$  è il diametro massimo del tratto di condotta parallela all'elettrodotto;

$L_C$  è la lunghezza della condotta per il tratto parallelo all'elettrodotto.

### **Il caso di condotte perpendicolari alla linea aerea**

Per le condotte con sviluppo pressoché perpendicolare all'elettrodotto la schematizzazione di calcolo prevede un numero di spire per le quali il campo si possa ritenere pressoché uniforme (nel

calcolo orientativamente  $N = 100$ , valore ampiamente cautelativo), la cui sezione concatenata al campo generato dal cavo aereo sarà calcolata secondo la seguente:

$$S = \frac{\pi}{4} D_C^2$$

Dove:

DC è il diametro massimo del tratto della condotta in prossimità dell'attraversamento.

### **Prescrizioni**

Considerate le distanze e le modalità di funzionamento delle reti elettriche analizzate, esse generano tensioni indotte sull'acquedotto che rientrano nei limiti imposti dalle normative nazionali vigenti (CEI 304-1, CEI 103-69), come si evince dallo studio specialistico.

Pertanto stante i modesti valori delle tensioni indotte, non risulta strettamente obbligatorio ipotizzare drastici interventi di mitigazione per gli effetti degli accoppiamenti elettromagnetici.

## 24. DISPONIBILITA' DELLE AREE: ESPROPRIAZIONI ED OCCUPAZIONE TEMPORANEA

Sulla base dell'allegato piano particellare grafico ed analitico (Elaborati D.18 e G.12), è stata prevista l'espropriazione dell'area necessaria per la realizzazione del Torrino di Molfetta e del relativo piazzale, e di una fascia della larghezza di circa 10 m per la posa della condotta principale e delle diramazioni verso i serbatoi.

Nella scelta del tracciato si è cercato quanto più possibile di evitare la creazione di *relitti* di particelle.

Come occupazione temporanea parallelamente alla fascia di espropriazione ne è stata prevista una ulteriore di 6 m.

Le indennità di espropriazione e di occupazione, sono state determinate sulla base delle caratteristiche del bene al momento della redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, valutando l'incidenza dei vincoli di qualsiasi natura non aventi natura espropriativa ai sensi dell'art. 32 DPR 327/2001.

Nella valutazione dell'importo complessivo si è tenuto conto anche delle maggiorazioni previste dagli artt. 45 e 16 del DPR 327/2001.

Di seguito il quadro economico riassuntivo relativo agli espropri.

<b><u>QUADRO ECONOMICO PROGETTO D'ESPROPRIAZIONE</u></b>		
a)	Indennità base di Esproprio (art. 40 comma 1 D.P.R. 327/2001)	<b>€ 957.917,44</b>
b)	Maggiorazioni quale coltivatore diretto o imprenditore agricolo e per cessione volontaria (art.45, comma 2, lettera d, D.P.R. 327/2001) - è stata stimata una percentuale di coltivatori diretti o imprenditori agricoli pari al 50%	<b>€ 425.112,66</b>
c)	Indennità per eventuale distruzione di manufatti vari, imprevisti, variazioni colture, acquisizione relitti	<b>€ 1.000.000,00</b>
d)	Indennità di occupazione temporanea anni 1 (art.50, comma 1, DPR 327/01)	<b>€ 47.940,14</b>
e)	Spese per registrazione, trascrizioni, volture, notifiche varie, ecc.	<b>€ 100.000,00</b>
<b>TOTALE COSTO ESPROPRIAZIONI</b>		<b>€ 2.530.970,25</b>

Il calcolo delle superfici ed i relativi dati catastali sono riportati nell'allegato piano particellare analitico (Elaborato D.18) nel quale sono riportati inoltre gli importi relativi alle tasse e alle imposte per la registrazione, trascrizione ipotecaria e voltura catastale dei titoli definitivi d'esproprio o asservimento.

In fase di redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, che ha scontato la procedura relativa alla Conferenza di Servizi Preliminare, si è provveduto, ai sensi degli art. 7-8 della

Legge 7 agosto 1990, n. 241, a comunicare l'avviso dell'avvio del procedimento amministrativo ai soggetti nei confronti dei quali il provvedimento finale è destinato a produrre effetti diretti.

Nella fase progettuale definitiva l'Autorità Idrica Pugliese, in quanto amministrazione competente alla realizzazione dell'opera in oggetto e autorità espropriante, ai sensi dell'art. 158 bis del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152, avvierà le comunicazioni di cui agli artt. 11 e 16 del DPR 5 ottobre 2010 n. 207 propedeutiche alla dichiarazione di pubblica utilità.



## **26. INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO**

In osservanza a quanto previsto dall'art. 23 del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50, il progetto esecutivo, redatto in conformità al progetto definitivo, determinerà in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto, il cronoprogramma coerente con quello del progetto definitivo, e dovrà essere sviluppato ad un livello di definizione tale che ogni elemento sia identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. Il progetto esecutivo dovrà essere, altresì, corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti in relazione al ciclo di vita.

## 27. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Il costo delle opere da realizzare, riportato nell'elaborato descrittivo D.21.2 "Computo metrico estimativo".

I prezzi unitari delle singole lavorazioni sono stati desunti dai seguenti prezzi:

- Prezzario in uso presso Acquedotto Pugliese SpA;
- Prezzario della Regione Puglia, edizione 2019;
- Prezzario della Regione Basilicata, edizione 2018;
- Prezzario "Urbanizzazione, Infrastrutture, Ambiente" – Tipografia DEI;
- Prezzario Unico del Cratere del Centro Italia, edizione 2016;

mentre per i prezzi mancati attraverso opportune analisi prezzi e da prezzi parametrici ricavati da interventi similari realizzati (art. 22 DPR n.207/2010).

In particolare per quanto concerne la Fornitura e posa in opera di tubazioni in acciaio aventi DN 200, DN 300, DN 400 e DN 1000, i prezzi unitari sono stati desunti dal Prezzario della Regione Puglia 2019, mentre il prezzo unitario di Fornitura e posa in opera di tubazioni in acciaio aventi DN 1200, è stato ricavato da analisi del prezzo, basandosi sui prezzi di mercato delle tubazioni in acciaio DN 1200, non essendo tale prezzo previsto dal predetto Prezzario regionale.

Relativamente ai prezzi unitari utilizzati per le lavorazioni di scavo, sono stati utilizzati i prezzi unitari del Prezzario della Regione Puglia, edizione 2019, ridotti del 15%, trattandosi di "lavorazioni eseguite in grandi quantità al di fuori dei centri abitati". Ciò è espressamente consentito dal Prezzario regionale nel paragrafo introduttivo "Avvertenze generali".

Dalla suddetta stima è risultato un importo dei lavori, al netto degli oneri per la sicurezza indiretta, pari a € 68'736'169,86.

## 28. STIMA SOMMARIA DEI COSTI DELLA SICUREZZA

Ai sensi dell'art. 33 co. 1 lett. f) del DPR n.207/2010, è stato redatto gli elaborati:

- D.19.1 “*Piano di Sicurezza e Coordinamento*”;
- D.19.2 “*Analisi dei Rischi*”;
- D.19.3 “*GANTT*”;
- D.19.4 “*Costi della Sicurezza*”;
- D.19.5 “*Fascicolo dell’Opera*”;

finalizzati a prevedere l’organizzazione delle lavorazioni più idonea, per prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, attraverso l’individuazione delle eventuali fasi critiche del processo di costruzione, e la definizione delle relative prescrizioni operative.

L’elaborato D.19.4 “Costi della Sicurezza” contiene la valutazione dei costi della sicurezza indiretti che ammonta a € 2’411’665,04.

## 29. QUADRO ECONOMICO

L'importo complessivo del progetto ammonta a €. 79.300.000,00 così ripartiti:

<b>A IMPORTO DELLA PROCEDURA DI AFFIDAMENTO</b>			
A <sub>1</sub>	Importo lavori, forniture e servizi soggetto a ribasso d'asta		€ 68.736.169,86
A <sub>2</sub>	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza non soggetti a ribasso d'asta (Costi Indiretti - C.I.)		€ 2.411.665,04
A <sub>3</sub>	<b>TOTALE Importo lavori, forniture e servizi a base d'appalto (A<sub>1</sub>+A<sub>2</sub>)</b>		<b>€ 71.147.834,90</b>
A <sub>4</sub>	<b>Corrispettivo per la progettazione esecutiva</b>		<b>€ 509.141,63</b>
	<b>TOTALE IMPORTO DELLA PROCEDURA DI AFFIDAMENTO (A<sub>3</sub>+A<sub>4</sub>)</b>		<b>€ 71.656.976,53</b>
	<i>di cui:</i>		
	<i>Importo soggetto a ribasso d'asta (A<sub>1</sub> + A<sub>2</sub>)</i>	€ 69.245.311,49	
	<i>Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta (A<sub>2</sub>)</i>	€ 2.411.665,04	
<b>B SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>			
B <sub>1</sub>	Oneri da corrispondere ad altre amministrazioni		€ 30.000,00
B <sub>2</sub>	Imprevisti ed arrotondamenti		€ 3.306.363,36
B <sub>3</sub>	Espropriazioni (indennità espropriative e relativi oneri afferenti)		€ 2.530.970,25
B <sub>4</sub>	Assistenza archeologica agli scavi e attuazione prescrizioni Soprintendenza		€ 500.000,00
B <sub>5</sub>	Spese Generali		€ 1.275.689,87
	<i>di cui:</i>		
B <sub>5.1</sub>	<i>Spese tecniche relative alla progettazione di fattibilità tecnica ed economica, compresa la relazione geologica, progettazione definitiva, nonché i rilievi e le indagini propedeutiche alla progettazione</i>	€ 500.000,00	
B <sub>5.2</sub>	<i>Spese per rilievi, accertamenti ed indagini</i>	€ 10.000,00	
B <sub>5.3</sub>	<i>Spese per acquisizione pareri e/o conferenze di servizi</i>	€ 100.000,00	
B <sub>5.4</sub>	<i>Spese per direzione di lavori</i>	€ 10.000,00	
B <sub>5.5</sub>	<i>Spese per coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione</i>	€ 10.000,00	
B <sub>5.6</sub>	<i>Spese per assistenza giornaliera e contabilità</i>	€ 10.000,00	
B <sub>5.7</sub>	<i>Spese per attività connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione</i>	€ 220.000,00	
B <sub>5.8</sub>	<i>Spese per commissioni giudicatrici</i>	€ 10.000,00	
B <sub>5.9</sub>	<i>Spese per pubblicità, pubblicazione bandi e gara</i>	€ 10.000,00	
B <sub>5.10</sub>	<i>Spese per verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto</i>	€ 50.000,00	
B <sub>5.11</sub>	<i>Collaudo tecnico amministrativo</i>	€ 235.009,37	
B <sub>5.12</sub>	<i>Collaudo statico</i>	€ 60.680,50	
B <sub>5.13</sub>	<i>Collaudi specialistici</i>	€ 50.000,00	
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		<b>€ 7.643.023,47</b>
	<b>TOTALE GENERALE</b>		<b>€ 79.300.000,00</b>
<p>Nel quadro economico di progetto non è stata applicata l'aliquota d'imposta IVA sui lavori e spese perchè l'Acquedotto Pugliese S.p.A., in quanto soggetto sostituto d'imposta, eserciterà la rivalsa ai sensi dell'art. 19 del D.P.R. 633/72.</p>			

## 30. TABELLA DELLE CORRISPONDENZE TRA ELABORATI DEL PFTE E QUELLI DEL PD

La presente tabella viene riportata affinché, nel caso in cui in alcuni elaborati vi siano riferimenti o rimandi ad altri elaborati del progetto denominati secondo la vecchia denominazione relativa al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, si possa facilmente risalire agli stessi.

TABELLA DELLE CORRISPONDENZE TRA ELABORATI DEL PFTE E DEL PD		
DENOMINAZIONE ELABORATI NEL PFTE	DENOMINAZIONE ELABORATI NEL PD	ELABORATI DESCRITTIVI
ED 1	D.1	Relazione generale
ED 2.1	D.2	Relazione geologica e sezione geologica
ED 2.2	D.2.1	Indagini geosistemiche
ED 2.3	D.2.2	Prove di permeabilità (aree serbatoi di Trani, Molfetta e Bari-Modugno)
ED 2.4	D.3	Relazione geotecnica
ED 3.1	D.4	Relazione di calcolo idraulico
	D.5	Relazione generale di calcolo delle strutture
	D.5.1	Tabulati di calcolo: Pozzetti di sfiato
	D.5.2	Tabulati di calcolo: Pozzetto di scarico secondario I=9,41m
	D.5.3	Tabulati di calcolo: Pozzetti di scarico secondario 6,60m<I=7,10m
	D.5.4	Tabulati di calcolo: Pozzetti di scarico secondario 5,60m<I=6,60m
	D.5.5	Tabulati di calcolo: Pozzetti di scarico principale e secondario I<=5,60m
	D.5.6	Tabulati di calcolo: Pozzetti di scarico principale 6,20m<I=10,85m
	D.5.7	Tabulati di calcolo: Pozzetti di scarico principale 5,60m<I=6,20m
	D.5.8	Tabulati di calcolo: Manufatto di presa verso i serbatoi di Trani, Bisceglie, Giovinazzo e Palese-S. Spirito
	D.5.9	Tabulati di calcolo: Pozzetti di sfiato degli attraversamenti stradali e autostradali 5,45m<I=6,75m
	D.5.10	Tabulati di calcolo: Pozzetti di sfiato degli attraversamenti stradali, autostradali e ferroviario I<=5,15m
	D.5.11	Tabulati di calcolo: Pozzetti di ispezione degli attraversamenti stradali, autostradali e ferroviario
	D.5.12	Tabulati di calcolo: Camera di misura e regolazione serbatoio di Giovinazzo nuovo
	D.5.13	Tabulati di calcolo: Camera di misura e regolazione serbatoio di Palese-S. Spirito nuovo
	D.5.14	Tabulati di calcolo: Camera di misura e regolazione serbatoio di Trani nuovo
	D.5.15	Tabulati di calcolo: Camera di misura e regolazione serbatoio di Bari-Modugno nuovo
	D.5.16	Tabulati di calcolo: Camera di misura e regolazione serbatoio di Barletta
	D.5.17	Tabulati di calcolo: Vasca di sedimentazione serbatoio di Bari-Modugno nuovo
	D.5.18	Tabulati di calcolo: Vasca di accumulo acque di lavaggio
	D.5.19	Tabulati di calcolo: Torrino di disconnessione di Molfetta e camera di manovra
ED 3.2	D.6	Schemi idrici acquedotti Locone - Forore - Ofanto
ED 4.1	D.7	Relazione tecnica specialistica sulle tubazioni
	D.8	Relazione tecnica sugli attraversamenti: stradali, autostradali, ferroviario, lame ed impluvi
ED 5	D.9	Studio di compatibilità idrologica e idraulica
ED 6.1	D.10.1	Relazione di verifica preventiva dell'interesse archeologico
ED 6.2	D.10.2	Relazione di approfondimento del rischio archeologico tramite indagini magnetometriche
ED 6.3	D.10.3	Relazione sugli scavi archeologici preventivi in località Pere Rosse (Bitonto)
ED 7.1	D.11.1	Studio di compatibilità elettromagnetica
ED 7.2	D.11.2	Relazione tecnica dell'impianto di protezione catodica
	D.11.3	Relazione tecnica degli impianti elettrici e di telecontrollo
ED 8.1	D.12.1	Relazione paesaggistica

ED 8.2	D.12.2	SIA - Relazione
ED 8.3	D.12.3	SIA - Sintesi non tecnica
ED 8.5	D.12.4	Progetto di monitoraggio ambientale
ED 8.6	D.12.5	Piano di utilizzo - relazione
ED 8.7	D.12.6	Relazione sulle attività di indagine ambientale
ED 8.8	D.12.7	Relazione flor-faunistica
ED 8.9	D.12.8	Relazione acustica
ED 9	D.13	Relazione sul censimento e progetto di risoluzione delle interferenze
ED 10.1	D.14.1	Relazione topografica
ED 10.2	D.14.2	Relazione sulle indagini georadar per l'individuazione dei sottoservi
ED 10.3	D.14.3	Relazione sul rilievo topografico di dettaglio eseguito in corrispondenza delle lane
ED 11	D.15	Relazione agronomica
	D.16	Capitolato Speciale d'Appalto
ED 13.1	D.17.1	Disciplinare per la fornitura e la posa in opera di calcestruso armato per strutture adibite al contenimento di acque potabili
ED 13.2	D.17.2	Disciplinare tecnico per la protezione delle condotte metalliche AQP dagli effetti dell'interferenza elettromagnetica causata da linee elettriche in corrente alternata
ED 13.3	D.17.3	Disciplinare per la fornitura e posa in opera di valvole a farfalla triplo eccentriche con sede metallica ed attuatore elettrico
ED 13.4	D.17.4	Disciplinare per la fornitura e posa in opera di valvole a fuso con attuatore elettrico
ED 13.5	D.17.5	Disciplinare tecnico per la protezione delle condotte metalliche AQP dagli effetti dell'interferenza elettromagnetica causata da linee elettriche in corrente alternata
ED 13.6	D.17.6	Disciplinare tecnico per la fornitura e posa in opera di tubi e raccordi di acciaio
ED 13.7	D.17.7	Disciplinare per la fornitura e la posa in opera di misuratori elettromagnetici
ED 13.8	D.17.8	Disciplinare per la fornitura e la posa in opera di misuratori di pressione
ED 13.9	D.17.9	Disciplinare per la fornitura e la posa in opera di saracinesche in ghisa sferoidale
ED 14	D.18	Piano particolare di esproprio analitico
	D.19.1	Piano di Sicurezza e Coordinamento
	D.19.2	Analisi dei Rischi
	D.19.3	GANTT
	D.19.4	Costi della sicurezza
	D.19.5	Fascicolo dell'Opera
ED 16	D.20	Esiti della Conferenza di Servizi preliminare e prescrizioni Soggetti terzi
	D.21.1	Elenco dei prezzi unitari ed analisi dei prezzi
	D.21.2	Computo metrico estimativo
ED 18	D.22	Quadro economico
	D.23	Cronoprogramma dei lavori
ED 19	D.24	Schema di contratto

DENOMINAZIONE ELABORATI NEL P.TE	DENOMINAZIONE ELABORATI NEL P.D	ELABORATI GRAFICI
TAV.1	G.1	Inquadramento generale dell'Acquedotto del Locone
TAV.2	G.2	Corografia generale
TAV.3	G.3	Corografia con ubicazione dei siti autorizzati di cava e di deposito
TAV.4.1	G.4.1	Pianimetria con ubicazione delle indagini geologiche e ambientali: Blocco Nord-Ovest
TAV.4.2	G.4.2	Pianimetria con ubicazione delle indagini geologiche e ambientali: Blocco Centro
TAV.4.3	G.4.3	Pianimetria con ubicazione delle indagini geologiche e ambientali: Blocco Sud
TAV.4.4	G.4.4	Pianimetrie con rilievo di dettaglio effettuato dal drone
TAV.5.1	G.5.1	Pianimetria con indicazione delle principali interferenze - Dal Torrino di Barletta al Torrino di Molfetta
TAV.5.2	G.5.2	Pianimetria con indicazione delle principali interferenze - Dal Torrino di Molfetta al Serbatoio Bari-Modugno
TAV.6.1	G.6.1	Pianimetria di rilievo su base CTR
TAV.6.2	G.6.2	Pianimetria di rilievo delle interferenze su base ortofoto
TAV.7	G.7	Pianimetria d'asse su base catastale
TAV.8.1.1	G.8.1.1	Schema idrico 1: Risanamento condotta Andria-Bari
TAV.8.1.2	G.8.1.2	Profilo schematico dal Serbatoio Locone al Serbatoio Bari Modugno - Schema idrico 1
TAV.8.1.3	G.8.1.3	Profilo schematico della nuova condotta adduttrice - Schema idrico 1
TAV.8.2.1	G.8.2.1	Schema idrico 2: Realizzata solo la nuova condotta adduttrice "Locone II Lotto"
TAV.8.2.2	G.8.2.2	Profilo schematico dal Serbatoio Locone al Serbatoio Bari Modugno - Schema idrico 2
TAV.8.2.3	G.8.2.3	Profilo schematico della nuova condotta adduttrice - Schema idrico 2
TAV.9.1	G.9.1	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 1 a p.c. 143
TAV.9.2	G.9.2	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 143 a p.c. 258
TAV.9.3	G.9.3	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 258 a p.c. 397
TAV.9.4	G.9.4	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 397 a p.c. 494V
TAV.9.5	G.9.5	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 494V a p.c. 561
TAV.9.6	G.9.6	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 561 a p.c. 638
TAV.9.7	G.9.7	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 638 a p.c. 692
TAV.9.8	G.9.8	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 692 a p.c. 785V
TAV.9.9	G.9.9	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 785V a p.c. 926
TAV.9.10	G.9.10	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 926 a p.c. 1067
TAV.9.11	G.9.11	Profilo longitudinale della nuova condotta adduttrice principale da p.c. 1067 a p.c. 1245
TAV.10.1	G.10.1	Inquadramento dell'opera sugli strumenti urbanistici dei Comuni interessati - Comune di Andria
TAV.10.2	G.10.2	Inquadramento dell'opera sugli strumenti urbanistici dei Comuni interessati - Comune di Giovinazzo
TAV.10.3	G.10.3	Inquadramento dell'opera sugli strumenti urbanistici dei Comuni interessati - Comune di Bitonto
TAV.11.1	G.11.1	SIA - Allegati grafici - PPTR - Componenti Geomorfologiche
TAV.11.2	G.11.2	SIA - Allegati grafici - PPTR - Componenti Idrologiche
TAV.11.3	G.11.3	SIA - Allegati grafici - PPTR - Componenti Botanico - Vegetazionale
TAV.11.4	G.11.4	SIA - Allegati grafici - PPTR - Componenti Aree protette
TAV.11.5	G.11.5	SIA - Allegati grafici - PPTR - Componenti Culturali
TAV.11.6	G.11.6	SIA - Allegati grafici - PPTR - Componenti dei valori periecologici
TAV.11.7	G.11.7	SIA - Allegati grafici - IBA (Important Birds Area)
TAV.11.8	G.11.8	SIA - Allegati grafici - Reticolo idrografico

TAV.11.9	G.11.9	SIA - Alle gatti grafici - Arce a pericolosità idraulica
TAV.11.10	G.11.10	SIA - Alle gatti grafici - Arce a pericolosità geomorfologica
TAV.11.11	G.11.11	SIA - Alle gatti grafici - Arce a rischio
TAV.11.12	G.11.12	SIA - Alle gatti grafici - PTA
TAV.11.13	G.11.13	SIA - Alle gatti grafici - Uso del Suolo
TAV.12	G.12	Piano particolare grafico di esproprio
13.1.1	G.13.1	Serbatoio di Trani nuovo: Stralcio planimetrico, Profili longitudinali di drenaggio e condotta di scarico
13.1.2	G.13.2	Serbatoio di Trani nuovo: Manufatto di presa e Camera di misura e regolazione
13.1.3	G.13.3	Serbatoio di Trani nuovo: Camera di manovra esistente - pianta
13.1.4	G.13.4	Serbatoio di Trani nuovo: Camera di manovra esistente - sezioni
13.2.1	G.14.1	Serbatoio di Bisceglie nuovo: Stralcio planimetrico, Profili longitudinali di drenaggio e condotta di scarico
13.2.2	G.14.2	Serbatoio di Bisceglie nuovo: Manufatto di presa e Camera di misura e regolazione
13.2.3	G.14.3	Serbatoio di Bisceglie nuovo: Camera di manovra esistente - pianta e sezioni
13.3.1	G.15.1	Torrino di discaricamento e Serbatoio di Molfetta nuovo: Stralcio planimetrico
	G.15.2	Torrino di discaricamento e Serbatoio di Molfetta nuovo: Sistemazione esterna
	G.15.3	Torrino di discaricamento e Serbatoio di Molfetta nuovo: Fotoincasso 3D
13.3.2	G.15.4	Torrino di discaricamento di Molfetta: Pianta, prospetti e sezioni
13.3.3	G.15.5	Torrino di discaricamento di Molfetta - Condotta di scarico acque di lavaggio
	G.15.6	Torrino esistente di Barletta - Nuova camera di misura e regolazione
13.3.3	G.16.1	Serbatoio di Molfetta nuovo: Profilo longitudinale di drenaggio
13.3.4	G.16.2	Serbatoio di Molfetta nuovo: Camera di manovra esistente - pianta e sezioni
13.4.1	G.17.1	Serbatoio di Giovinazzo nuovo: Stralcio planimetrico, Profilo longitudinale di drenaggio
13.4.2	G.17.2	Serbatoio di Giovinazzo nuovo: Manufatto di presa e Camera di misura e regolazione
13.4.3	G.17.3	Serbatoio di Giovinazzo nuovo: Camera di manovra esistente - pianta e sezioni
13.5.1	G.18.1	Serbatoio di Palese-S. Spirito nuovo: Stralcio planimetrico, Profili longitudinali di drenaggio e condotta di scarico
13.5.2	G.18.2	Serbatoio di Palese-S. Spirito nuovo: Manufatto di presa e Camera di misura e regolazione
13.5.3	G.18.3	Serbatoio di Palese-S. Spirito nuovo: Camera di manovra esistente - pianta e sezioni
13.6	G.19	Serbatoio di Bari-Modugno nuovo: Particolari adduzione e scarico e profilo longitudinale condotta di scarico
	G.20	Sezioni tipo di posa condotta
TAV.15	G.21	Pozzetti di scarico e sfiato: piante e sezioni
14	G.22	Vasca di accumulo acque di lavaggio: pianta e sezioni
	G.23.1	Pozzetti di sfiato - Carpenterie e armature
	G.23.2	Pozzetto di scarico secondario h=9,41m - Carpenterie e armature
	G.23.3	Pozzetti di scarico secondario 6,60m<math>\leq</math>7,10m - Carpenterie e armature
	G.23.4	Pozzetti di scarico secondario 5,60m<math>\leq</math>6,60m - Carpenterie e armature
	G.23.5	Pozzetti di scarico principale e secondario h<math>\leq</math>5,60m - Carpenterie e armature
	G.23.6	Pozzetti di scarico principale 6,20m<math>\leq</math>6,20m - Carpenterie e armature
	G.23.7	Pozzetti di scarico principale 5,60m<math>\leq</math>6,20m - Carpenterie e armature
	G.23.8	Manufatto di presa verso i serbatoi di Trani, Bisceglie, Giovinazzo e Palese-S. Spirito - Carpenterie e armature
	G.23.9	Pozzetti di sfiato degli attraversamenti stradale e autostradale 5,45m<math>\leq</math>6,75m - Carpenterie e armature
	G.23.10	Pozzetti di sfiato degli attraversamenti stradale, autostradale e ferroviario h<math>\leq</math>5,15m - Carpenterie e armature

G.23.11	Pozzetti di ispezione degli attraversamenti stradale, autostradale e ferroviario - Carpenterie e armature
G.23.12	Camera di misura e regolazione serbatoio di Giovinazzo nuovo - Carpenterie e armature
G.23.13	Camera di misura e regolazione serbatoio di Palese-S. Spirito nuovo - Carpenterie e armature
G.23.14	Camera di misura e regolazione serbatoio di Trani nuovo - Carpenterie e armature
G.23.15	Camera di misura e regolazione serbatoio di Bari-Modugno nuovo - Carpenterie e armature
G.23.16	Camera di misura e regolazione torrino di Barletta - Carpenterie e armature
G.23.17	Vasca di sedimentazione serbatoio di Bari-Modugno nuovo - Carpenterie e armature
G.23.18	Vasca di accumulo acque di lavaggio - Carpenterie e armature
G.23.19	Torrino di disconnessione di Molfetta e camera di manovra - Carpenterie
G.23.20	Torrino di disconnessione di Molfetta - Armature
G.23.21	Camera di manovra del torrino di disconnessione di Molfetta - Armature
G.24	Attraversamenti Autostrada A14: piante, sezioni e particolari costruttivi
G.25	Attraversamento Ferrovia Bari-Nord: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.26.1	Attraversamenti Strade Provinciali - Città Metropolitana di Bari: piante, sezioni e particolari costruttivi
G.26.2	Attraversamenti Strade Provinciali - Provincia di Bari: piante, sezioni e particolari costruttivi
G.27.1	Attraversamento Lama di Pietra con posa in trincea: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.27.2	Attraversamento Lama Giulia con posa in trincea: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.27.3	Attraversamento Lama Balice con posa in trincea: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.27.4	Attraversamento affluente Lama Balice con posa in trincea: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.27.5	Attraversamento Lama Lioy con tecnica no-dig: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.27.6	Attraversamento Lama Cupa con tecnica no-dig: pianta, sezioni e particolari costruttivi
G.27.7	Attraversamenti impianti del reticolo idrografico: sezioni e particolari costruttivi
TAV.21.1	Attraversamenti gasdotti SNAM - Particolari costruttivi
TAV.21.2	Attraversamenti gasdotti ITALGAS - Particolari costruttivi
G.29	Attraversamento linee telefoniche interrate - Particolari costruttivi
G.30	Attraversamenti linee elettriche BT-MT interrate - Particolari costruttivi
G.31	Attraversamenti reti irrigue Consorzio Terre d'Apulia - Particolari costruttivi
G.32	Attraversamenti condotte idriche, condotte fognarie e di scarico - Particolari costruttivi
G.33.1	Schemi impianto di protezione catodica
G.33.2	Planimetrie impianti elettrici e telecontrollo
G.33.3	Schemi elettrici unifilari