



Comune

PONTE DELL'OLIO

Provincia

PIACENZA

Titolo del progetto

Rifacimento dorsale acquedottistica della Val Nure Fase 4: Rifacimento attraversamento Nure a ponte dell'Olio. Lotto 1 (Torrano- torrente Nure)

Livello di progettazione		Settore di business		Disciplina	
E - Esecutivo		I1 - Acquedotto		IDR - fluidica idraulica	
Numero	Titolo			Scala	
RT - 004.2	Relazione tecnica				
ID Progetto		Codice archiviazione		Codifica WBS	
2016PCIE0177-00		2016PCIE0177-00-E-I1-IDR-RT-004-02		C10I1-E021-62-0044	

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
02	11/05/2021	Revisione 2	ZR - ZL	FL	GLN
01	<del>08/04/2021</del>	<del>Revisione 1</del>	ZR - ZL	FL	GLN
00	23/02/2021	Emissione	ZR - ZL	FL	GLN

<b>Redatto:</b> Ing. Roberto Zermani Anguissola Ing. Luca Zermani Anguissola	<b>Verificato:</b>  Losi Filippo	<b>Approvato:</b>  Narducci Gianluca
--	--	--

**IRETI**

FUNZIONE INGEGNERIA E REALIZZAZIONI  
IRETI S.p.A. - Società a socio unico Iren S.p.A.  
Sede legale: Via Piacenza, 54 - 16138 Genova  
pecireti@pec.ireti.it

**S.I.C.I.S.**

Studio di Ingegneria Civile  
Idraulica e Sanitaria

Ing. Roberto Zermani Anguissola  
Ing. Luca Zermani Anguissola  
28020 TRAVO (PC) Via Anguissola, 37  
Tel./Fax: +39-0523-650251  
E-mail: info@studiozermani.it

## Sommario

1 - PREMESSE .....	2
2 – RETE ESISTENTE .....	3
2.3 - Schemi e funzionamento del sistema di monte .....	4
2.3.1- Sorgenti di Ferriere .....	4
2.3.2 - Abitanti serviti e dotazioni idriche .....	5
2.3.3 - Fonti di monte .....	6
2.3.4 - Criticità .....	6
2.3.4.1 - Infrastrutturali .....	6
2.3.4.2 - Quantitative .....	7
2.3.4.3 - Gestionali .....	7
3 – RETE DI PROGETTO .....	8
4 - CARATTERISTICHE DELLE CONDOTTE ADDUTTRICE E MODALITA' REALIZZATIVE .....	27
4.1 - Le condotte .....	27
4.1.1 - Le condotte in ghisa e i pezzi speciali .....	27
4.1.2 - Condotte in ghisa .....	30
4.1.3 - Ancoraggio delle condotte .....	36
4.2 - Modalità realizzative .....	36
4.2.1 - Tratti in sponda esterni all'alveo vivo o in alveo vivo .....	36
4.2.3 - Opere di difesa spondale .....	41
4.2.4 - Interferenze con sottoservizi e con rii .....	42
5 - CARATTERISTICHE DEI MANUFATTI SPECIALI .....	43
5.1 – Considerazioni generali .....	43
5.1.1 - Sfiati .....	44
5.1.2 - Scarichi di fondo .....	44
5.1.3 - Derivazioni e misura di portata .....	45
6 - TERRE E ROCCE DA SCAVO .....	47

## **1 - PREMESSE**

La presente Relazione tecnica riprende quanto già esposto nelle PREMESSE della Relazione illustrativa.

Nei capitoli che seguono saranno trattati i principali aspetti riguardanti le caratteristiche delle condotte di cui è prevista la posa, le condizioni di posa delle stesse, le opere di difesa spondale per la protezione delle condotte, le modalità di attraversamento di eventuali corsi d'acqua, le caratteristiche delle opere di controllo funzionale delle condotte quali:

- sfiati;
- scarichi di fondo
- opere di derivazione e di misurazione delle portate.

## **2 – RETE ESISTENTE**

La Relazione illustra il progetto denominato “Rifacimento dorsale acquedottistica della Val Nure”, nei comuni di Farini, Ferriere, Bettola in Provincia di Piacenza redatto per conto di Ireti S.p.a., società del Gruppo Iren, che gestisce il servizio idrico integrato nel territorio oggetto di intervento.

Il progetto prevede la sostituzione di alcuni tratti della dorsale acquedottistica funzionante dal 1936 realizzata, per la maggior parte, in subalveo del Torrente Nure. La nuova condotta, che ha svolto regolarmente il proprio compito in oltre 80 anni di attività, ha mostrato, nei tempi più recenti, il ripetersi di guasti dovuti alla vetustà dell’opera.

A questa considerazione si deve aggiungere che al variare della morfologia del corso d’acqua nei decenni di funzionamento, non sono corrisposti interventi di necessaria protezione della condotta.

Il progetto prevede pertanto, suddivisa per Fasi, la sostituzione dei tronchi ammalorati e non dell’intera dorsale.

Il sistema acquedottistico Val Nure serve le principali località dei comuni Farini, Bettola e alcune località del Comune di Ferriere, Ponte dell’Olio, Vigolzone e alcune località del Comune Podenzano e San Giorgio. Nella zona di valle l’acquedotto è connesso con la rete di Piacenza e con il comune di Gossolengo.

Le principali fonti di alimentazione posizionate nell’area di monte (comuni di Ferriere, Farini, Bettola e Ponte dell’Olio) sono le sorgenti del Comune di Ferriere in località Rocca e Lardana mentre a valle sono presenti i pozzi di Ponte dell’Olio (Torrano e Madonna delle Nevi). Per l’area di valle (Comuni Vigolzone e Podenzano) le principali fonti di alimentazione sono costituite dal campo pozzi di Altoè nel Comune di Podenzano e dai pozzi in località Gariga.

La dorsale acquedottistica della zona di monte, in funzione dal 1936, collega il serbatoio di Toni (750 mc) a quota 752 m.s.m., punto di raccolta delle sorgenti di Ferriere, al serbatoio di Monte Santo (30 mc) a quota 635 m.s.m., localizzato al di sopra dell’abitato di Ponte dell’Olio.

Una serie di derivazioni dalla dorsale alimentano serbatoi di minor volume a servizio delle

località in sponda destra e sinistra del Nure.

In situazione di normalità tutti gli stacchi dell'area di monte sono alimentati a caduta dalla portata delle sorgenti; l'eventuale portata eccedente alimenta il serbatoio di Monte Santo per poi essere distribuita a Ponte dell'Olio e alle zone di Valle.

In caso di necessità (periodi di magra delle sorgenti, guasti della dorsale) le reti di Farini e Bettola vengono alimentate dai pozzi locali.

Il serbatoio di Monte Santo e quindi la rete di Ponte dell'Olio sono alimentati con una serie di rilanci dai pozzi di Torrano e di Madonna delle Nevi.

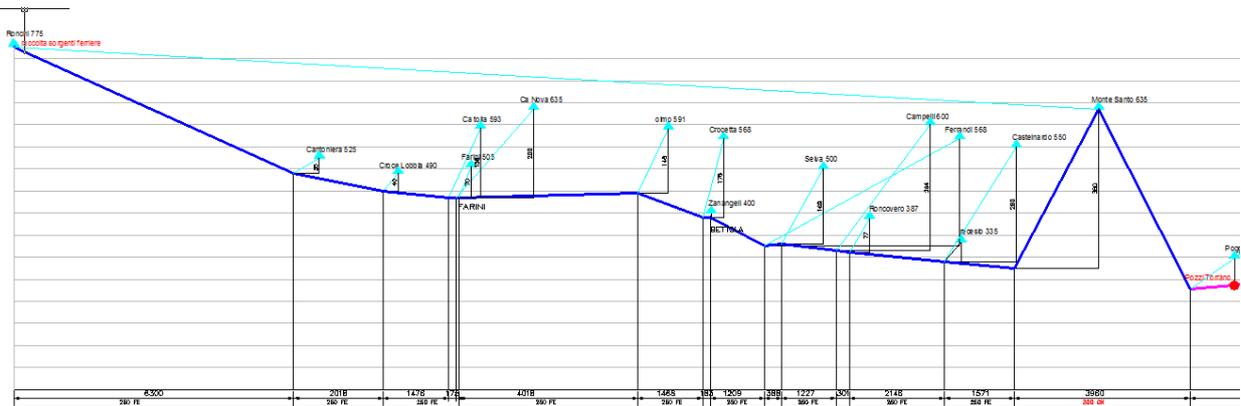


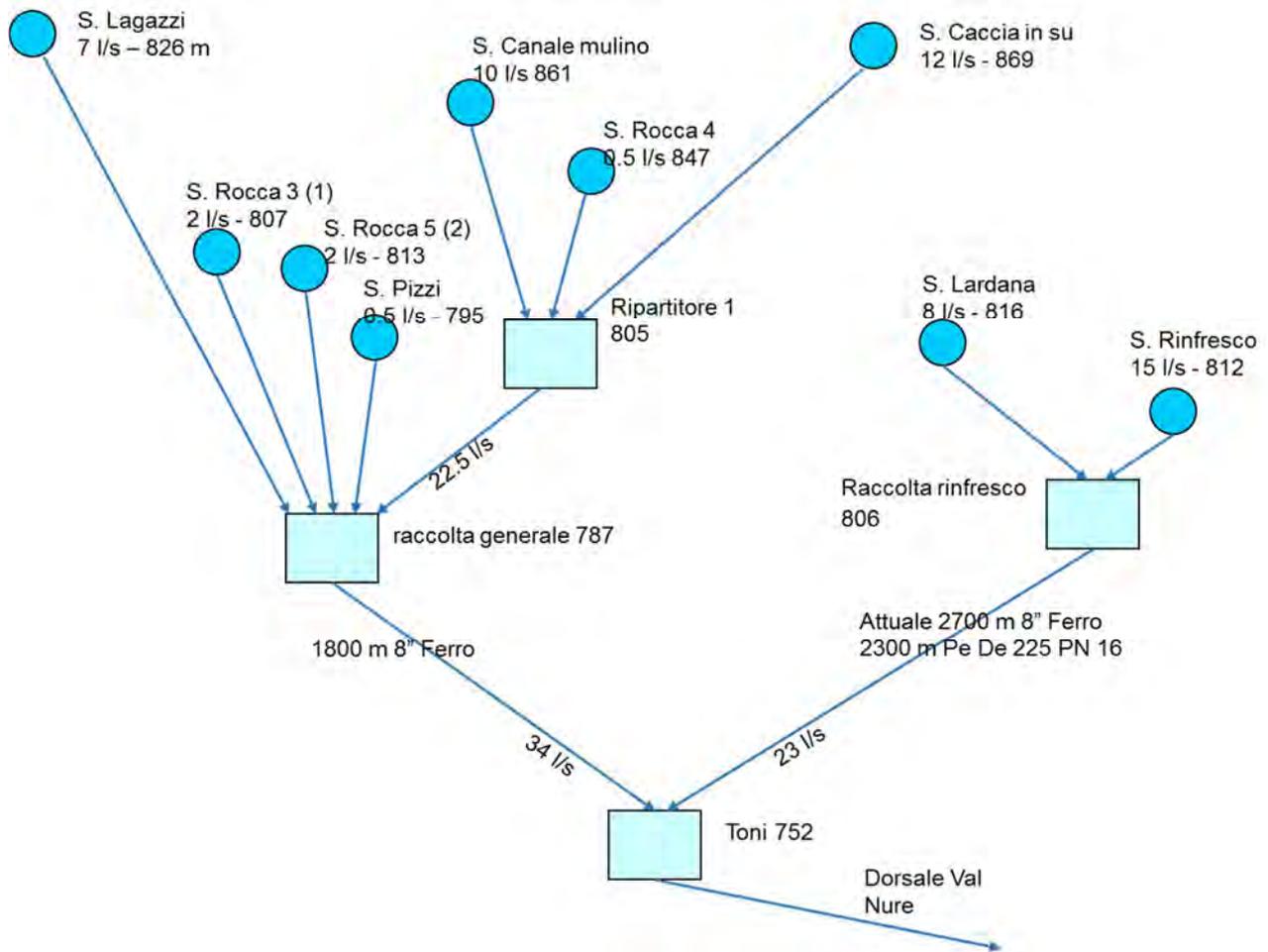
Figura 2.3 - Profilo schematico area di monte da serbatoio Toni a Monte Santo

## 2.3 - Schemi e funzionamento del sistema di monte

### 2.3.1- Sorgenti di Ferriere

Le sorgenti sono suddivise lungo due rami principali (Rocca e Lardana), ognuno avente una propria vasca di raccolta collegata a sua volta con il serbatoio Toni, punto di partenza della dorsale acquedottistica della Val Nure.

Si riporta una rappresentazione schematica del sistema sorgentizio ove sono indicate le quote altimetriche, le portate massime (valore di concessione), e i collegamenti schematizzati fra sorgenti e vasche di raccolta.



**Figura 4 – Schema sorgenti Ferriere a monte serbatoio Toni**

Durante la stagione estiva e i periodi di magra, la potenzialità complessiva delle sorgenti (circa 57 l/s) risulta sensibilmente ridotta.

Inoltre recenti fenomeni di dissesto del territorio hanno fortemente danneggiato le sorgenti Lardana per le quali non è stato possibile procedere ai necessari interventi di manutenzione per la mancanza di autorizzazione all'accesso delle aree interessate.

Ne consegue che tale fonte, pur rivestendo importanza strategica per l'intero sistema, non è in grado attualmente di fornire adeguati apporti in termini quantitativi.

### 2.3.2 - Abitanti serviti e dotazioni idriche

La trattazione di questo argomento è riportata nella Relazione tecnica IDR.01 a cui si rimanda.

Dalla suddetta Relazione risulta sinteticamente che la nuova rete dovrà essere in grado di

trasportare, come richiesto dagli Uffici tecnici di IREN, una portata di 100/120 l/sec con pressioni variabili nelle tratte delle varie Fasi, da 40 a 64 bar in condizioni idrostatiche conseguenti a manovre di chiusura.

Il numero di abitanti stimati è di 27.170.

### 2.3.3 - Fonti di monte

Sono state prese in considerazione tutte le fonti (pozzi e sorgenti) di monte afferenti al sistema acquedottistico considerando 4 diversi scenari:

- **attuale**: situazione 2016, pozzi Farini e Bettola danneggiati dall'alluvione del 2015 e non ancora ripristinati. Sorgenti Ferriere con portata ridotta a seguito di fenomeni di dissesto.
- **potenziale**: portata raggiungibile a seguito del ripristino di tutte le fonti
- **critica**: riduzione portata sorgenti nei periodi di magra estiva
- **emergenza** (guasto alla dorsale)

	attuale	potenziale	critica	emergenza
sorgenti principali ferriere	30	56.5	15	0
pozzi farini* danneggiati	0	5.2	5.2	5.2
pozzi bettola* danneggiati	0	12.5	11	11
pozzi ponte dell'olio	60	60	60	60
<b>TOTALE MONTE</b>	<b>90</b>	<b>134.2</b>	<b>91.2</b>	<b>76.2</b>

### 2.3.4 - Criticità

Il sistema acquedottistico descritto presenta, legate alla vetustà dell'opera e alla mancanza di adeguate difese, come già detto in precedenza.

#### 2.3.4.1 - Infrastrutturali

##### Dorsale

Le principali criticità legate al sistema acquedottistico Val Nure risiedono nella dorsale di adduzione soprattutto nella zona a monte di Bettola dove il tracciato della condotta è collocato per lunghi tratti nell'alveo del torrente Nure o nelle immediate vicinanze (tratto Ponte Nano – Farini, tratto Case Camia – Bettola) senza che siano stati realizzati manufatti ed opere di difesa e protezione, presentando dunque un'elevata vulnerabilità idrologica a cui porre opportuni rimedi.

In occasione degli eventi alluvionali del 2015 molti di questi tratti sono stati danneggiati e altri

indeboliti. I problemi di accessibilità alla zona di alveo hanno reso particolarmente difficoltose ed onerose le operazioni di ripristino.

A tali problematiche si aggiunge comunque che l'intera dorsale, la cui realizzazione risale al 1936, presenta un elevato grado di vetustà e ammaloramento con frequenti rotture soprattutto nell'area in cui la pressione all'interno della condotta è maggiore ovvero nella zona della Fase 3 in cui si superano i 40 bar.

#### 2.3.4.2 - Quantitative

##### Sorgenti di Ferriere

Le sorgenti di Rocca e Lardana rappresentano la fonte principale dell'interno sistema sia in termini qualitativi che quantitativi. Recenti fenomeni di dissesto del territorio hanno fortemente danneggiato le sorgenti Lardana. Sono state avviate le opere necessarie a ripristinare la potenzialità delle sorgenti.

##### Pozzi Farini, Bettola e Ponte dell'Olio

Durante l'alluvione del settembre 2015 i pozzi localizzati in prossimità dell'alveo del Nure (Zaffignano, Brocaglie, Le Forche) sono stati danneggiati in modo consistente. Sono stati svolti alcuni interventi di urgente manutenzione per la rimessa in funzione, tuttavia non è stato ancora possibile ripristinarne completamente la potenzialità.

#### 2.3.4.3 - Gestionali

##### Telecontrollo e automazione

Il sistema di monte è privo di strumenti di telecontrollo ed automazione. Le manovre idrauliche sono svolte manualmente, ciò comporta, oltre a maggiori oneri gestionali, l'impossibilità di interventi diretti e in tempo reale volti all'ottimizzazione delle risorse disponibili nel sistema e alla risoluzione delle situazioni di criticità.

##### Efficienza energetica

Nelle condizioni attuali le problematiche di efficienze energetica sono da imputarsi alla zona di valle nella quale sono presenti stazioni di pompaggio di elevata potenza per prevalenze di elevata entità.

### **3 – RETE DI PROGETTO**

Nel capitolo precedente è stata descritta la rete acquedottistica della Val Nure e sono state individuate le principali criticità.

Prima di procedere con la progettazione preliminare oggetto di questo lavoro e alla luce delle note criticità, è stata cercata ed esaminata in modo molto approfondito una soluzione alternativa consistente nel posizionamento della nuova condotta al di sotto del tracciato della Strada Provinciale n° 654.

L'esito dell'analisi di questa alternativa di posizionamento della nuova condotta è stato negativo e ciò data la natura del tracciato stradale che si presenta profondamente instabile per le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni attraversati dal nastro stradale che, anche con la posa in opera di soluzioni di stabilizzazione molto costose, non avrebbero garantito la stabilità della citata condotta.

**Soprattutto l'aggravarsi di alcuni eventi franosi nelle recenti annualità, hanno portato a scartare questa soluzione progettuale.**

In caso di movimenti della sede stradale, non si sarebbe potuta infatti garantire la integrità della tubazione e quindi in caso di rotture possibili e date le elevate pressioni in gioco si sarebbero potuti verificare. oltre ai danni alla sede stradale con interruzione del traffico, incidenti anche gravi agli automezzi in transito.

Per queste ragioni si è ritenuto che il passaggio in alveo o nelle immediate vicinanze dello stesso della nuova condotta rimanesse la migliore soluzione possibile adottando però nel contempo tutte le misure necessarie (profondità di posa e opere di difesa spondale) tali da tutelare adeguatamente le nuove opere, risolvendo così le criticità presenti nella vecchia infrastruttura (essenzialmente vetustà del materiale utilizzato ed assenza di opportune opere di protezione idraulica\idrogeologica agli eventi alluvionali).

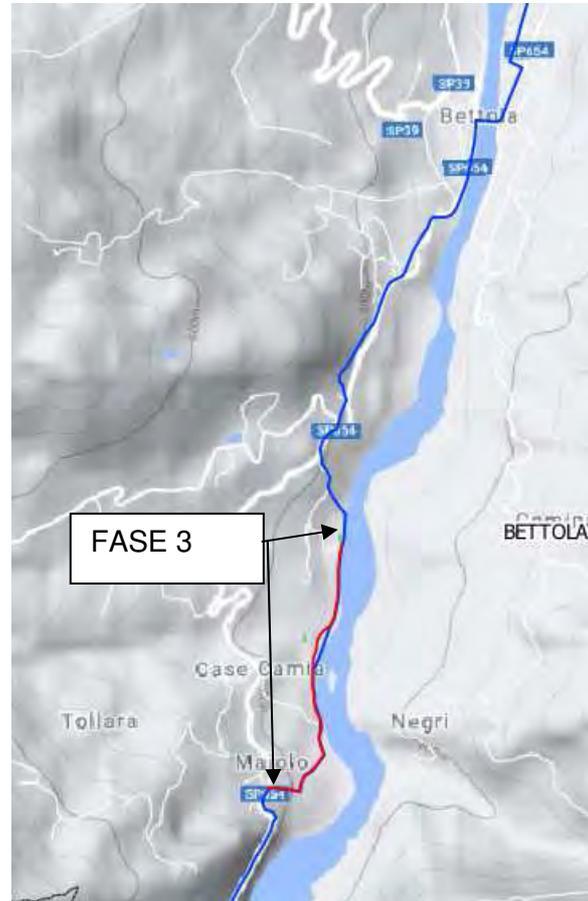
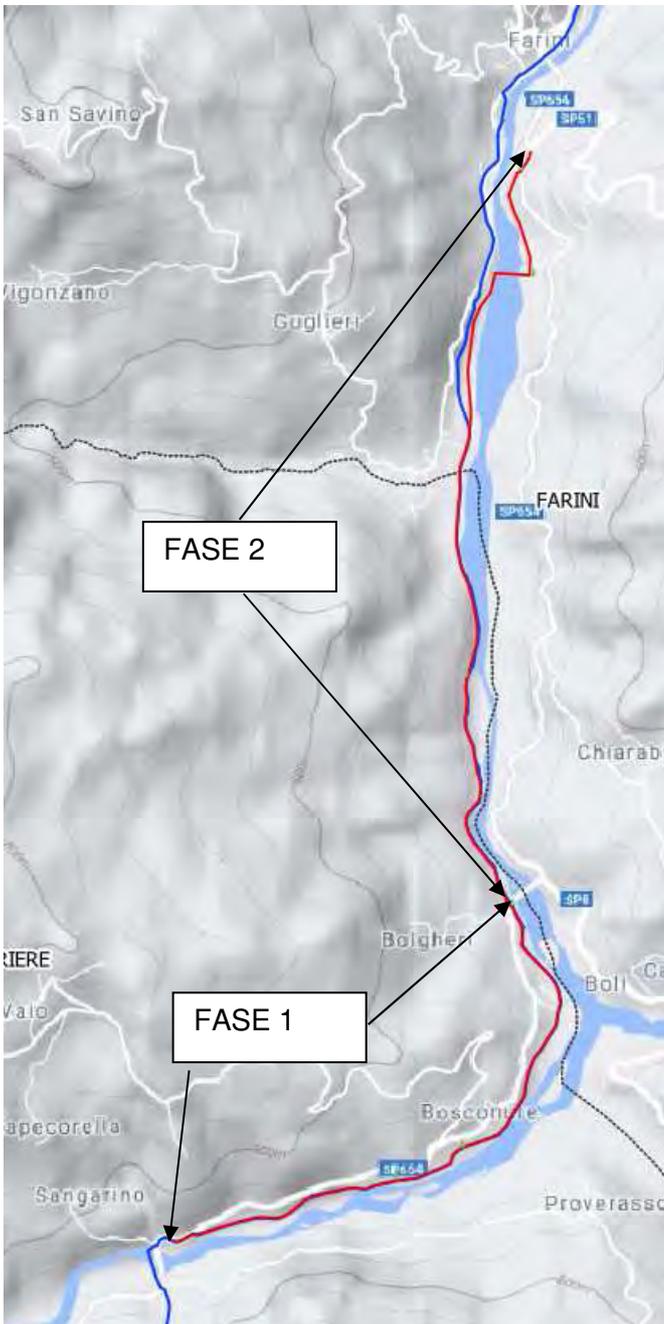
Le opere in progetto risolvono quindi le criticità di tipo infrastrutturale della dorsale esistente con la realizzazione di nuove condotte in sostituzione di quelle esistenti nei tratti a maggiore criticità nei comuni di Ferriere, Farini e Bettola.

Il progetto prevede quindi tre Fasi 1, 2 e 3, così posizionate:

- Fase 1 dal Nodo 1 al Nodo PK00 (ponte della Cantoniera) in Comune di Ferriere e Farini.  
Lunghezza : 2.833 m.
- Fase 2 dal Nodo PK00 (ponte della Cantoniera) al Nodo F074 in Comune di Farini.  
Lunghezza : 3.864 m.
- Fase 3 dal Nodo T0 al Nodo T28 in Comune di Bettola.

Lunghezza : 1.385 m.





Per la realizzazione delle opere in progetto sono state ipotizzate diverse fasi funzionali per consentire la sovrapposizione temporale dei lavori ed il completamento di tutte l'opera in un arco di tempo più contenuto.

Come è previsto per la redazione di uno Studio di fattibilità o Progetto preliminare la soluzione elaborata ha tenuto evidentemente conto del rispetto qualitativo dei materiali previsti nel progetto originale fatto redigere da IREN ed in particolare il tipo e la qualità dei

tubi e dei pezzi speciali (ghisa e giunti antisfilamento) e delle apparecchiature di manovra idonee per i vari tipi di posizionamento e per la capacità di operare alle pressioni indicate da IREN (da 40 a 63 bar).

Lo sviluppo del progetto ha inoltre tenuto in doveroso conto la storia della condotta esistente relativamente alle sue caratteristiche funzionali in relazione alle attività di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria da prevedere necessariamente (Piano di manutenzione).

Dall'esame della storia della condotta esistente è emerso come la stessa sia stata a suo tempo dotata di un numero limitato di organi di manovra, sia come sfiati che come scaricatori di fondo e di un solo controllo di portata collocato in ambiente chiuso.

Ciò premesso si è cercato di prevedere gli interventi minimali che garantissero la funzionalità della nuova condotta e interventi di miglioria e complementari progettando cinque soluzioni che chiameremo:

- Soluzione A
- Soluzione B1
- Soluzione B2
- Soluzione C1
- Soluzione C2

Tutte le soluzioni presentano la stessa condotta e le stesse opere di difesa ma differiscono per la presenza e la tipologia dei manufatti speciali quali sfiati, scarichi e derivazioni.

### **Soluzione A - (solo sfiati)**

In questa soluzione è stata prevista la posa dei soli sfiati in quantità essenziale (n° 7 sfiati) per la funzionalità ordinaria della condotta come segue:

- Fase 1:
  - n° 2 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.
- Fase 2:

n° 4 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

- Fase 3:

n° 1 sfiato nel punto di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 64 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in acciaio PN 64 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

**Soluzione B1 – (sfiati – scarichi in terra)**

In questa soluzione è stata prevista la posa di sfiati e scarichi in quantità essenziali per la funzionalità ordinaria della condotta con l'adozione di valvole a fuso interrate per gli scarichi ed assenza di derivazioni, come segue:

- Fase 1:

- n° 2 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.
- n° 1 scarico (**tipo 1**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a fuso DN 300 PN 40 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 40 sulla condotta di scarico.

- Fase 2:

n° 4 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40

DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 2 scarichi (**tipo 1**) non collocati in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a fuso con riduttore DN 300 PN 40 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 40 sulla condotta di scarico.

- Fase 3:

n° 1 sfiato nel punto di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 64 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in acciaio PN 64 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 1 scarico (**tipo 1**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a fuso DN 300 PN 64 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 64 sulla condotta di scarico tutte dotate di riduttore.

### **Soluzione B2 – (sfiati – scarichi in cameretta)**

In questa soluzione è stata prevista la posa di sfiati e scarichi in quantità essenziali per la funzionalità ordinaria della condotta con l'adozione di valvole a cuneo metallico collocate in camerette e con assenza di derivazioni, come segue:

- Fase 1:

- n° 2 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN

40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

- n° 1 scarico (**tipo 2**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra sono stati posti in cameretta da 2.25 x 1.5 dotata di soletta di copertura e di chiusino da 1 x 1 m interamente apribile. Le valvole, non interrabili, saranno del tipo a cuneo metallico dotate di riduttore DN 300 PN 40 sulla condotta principale DN 150 PN 40 a fuso sulla condotta di scarico.
- nessuna opera di derivazione in questa Fase.

- Fase 2:

n° 4 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 2 scarichi (**tipo 2**) non collocati in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a cuneo metallico DN 300 PN 40 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 40 sulla condotta di scarico.

- nessuna opera di derivazione in questa Fase.

- Fase 3:

n° 1 sfiato nel punto di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 64 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in acciaio PN 64 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 1 scarico (**tipo 2**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a cuneo metallico DN 300 PN 64 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 64 sulla condotta di scarico.

- nessuna opera di derivazione in questa Fase.

### **Soluzione C1 – (sfiati – scarichi in terra – derivazioni in cameretta piccola)**

In questa soluzione è stata prevista la posa di sfiati, scarichi e derivazioni in quantità essenziali per la funzionalità ordinaria della condotta con l'adozione di valvole a fuso interrate per gli scarichi e presenza di derivazioni senza valvole a cuneo metallico di intercettazione sulla condotta principale e misuratori di portata sulla stessa con quantità e tipi di camerette e di apparecchiature, come segue:

#### - Fase 1:

- n° 2 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.
- n° 1 scarico (**tipo 1**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a fuso DN 300 PN 40 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 40 sulla condotta di scarico.
- nessuna opera di derivazione in questa Fase.

#### - Fase 2:

n° 4 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN

40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 2 scarichi (**tipo 1**) non collocati in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a fuso con riduttore DN 300 PN 40 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 40 sulla condotta di scarico.

- n° 3 opere di derivazione (**tipo 1**) in questa Fase costituita da una cameretta in cls da 2.25 x 1.5 m dotata di soletta di copertura e di chiusino da 1 x 1 m, interamente apribile. All'interno .sarà collocata una derivazione con valvola a fuso DN 80 PN 64 ed un misuratore di portata meccanico DN 80 PN 40

- Fase 3:

n° 1 sfiato nel punto di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 64 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in acciaio PN 64 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 1 scarico (**tipo 1**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a fuso DN 300 PN 64 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 64 sulla condotta di scarico tutte dotate di riduttore.

- n° 1 opera di derivazione (**tipo 1**) in questa Fase costituita da una cameretta in cls da 2.25 x 1.5 m dotata di soletta di copertura e di chiusino da 1 x 1 m, interamente apribile. All'interno .sarà collocata una derivazione

con valvola a fuso DN 80 PN 64 ed un misuratore di portata meccanico  
DN 80 PN 64

### **Soluzione C2 – (sfiati – scarichi in cameretta – derivazioni in cameretta grande)**

In questa soluzione è stata prevista la posa di sfiati, scarichi e derivazioni in quantità essenziali per la funzionalità ordinaria della condotta con l'adozione di valvole a cuneo metallico collocate in camerette e con e presenza di derivazioni con valvole a cuneo metallico di intercettazione sulla condotta principale e misuratori di portata sulla stessa e sulla derivazione, con quantità e tipi di camerette e di apparecchiature, come segue:

- Fase 1:

- n° 2 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.
- n° 1 scarico (**tipo 2**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra sono stati posti in cameretta da 2.25 x 1.5 dotata di soletta di copertura e di chiusino da 1 x 1 m interamente apribile. Le valvole, non interrabili, saranno del tipo a cuneo metallico dotate di riduttore DN 300 PN 40 sulla condotta principale DN 150 PN 40 a fuso sulla condotta di scarico.
- nessuna opera di derivazione in questa Fase.

- Fase 2:

n° 4 sfiati nei punti di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 40 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in ghisa sferoidale PN 40 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 2 scarichi (**tipo 2**) non collocati in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità

di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a cuneo metallico con riduttore DN 300 PN 40 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 40 sulla condotta di scarico.

- ° 3 opere di derivazione (**tipo 2**) in questa Fase costituite da una cameretta in cls da 4.25 x 2.0 m dotata di parziale soletta di copertura, di scala d'accesso al fondo della cameretta e di sistema di chiusura ad elementi apribili incernierati superiormente. All'interno sarà collocata una derivazione con valvola a fuso DN 80 PN 40 ed un misuratore di portata meccanico DN 80 PN 40 oltre a 2 valvole a cuneo metallico DN 300 PN 40 ed un misuratore di portata meccanico DN 300 PN 40.

- Fase 3:

n° 1 sfiato nel punto di colmo costituiti da una cameretta in cls da 1 x 1 m interno al cui interno sarà collocata una saracinesca a cuneo metallico PN 64 DN 80 sormontata da uno sfiato a tre effetti in acciaio PN 64 DN 80 e con chiusura superiore costituita da chiusino in ghisa da 1 x 1 m interamente apribile.

n° 1 scarico (**tipo 2**) non collocato in un punto di bassa ma con la sola funzione di poter procedere ad operazioni di lavaggio della condotta con distanza da quelli successivi posizionati nella altre Fasi per distanze variabili in ragione della profondità di posa della condotta, della possibilità di scaricare e della accessibilità ad essi. In questa soluzione gli organi di manovra non sono stati posti in camerette ma direttamente interrati adottando valvole idonee a questo scopo ed in particolare a valvole a cuneo metallico con riduttore DN 300 PN 64 sulla condotta principale e valvole a fuso DN 150 PN 64 sulla condotta di scarico.

- ° 1 opera di derivazione (**tipo 2**) in questa Fase costituita da una cameretta in cls da 4.25 x 2.0 m dotata di parziale soletta di copertura, di scala d'accesso al fondo della cameretta e di sistema di chiusura ad elementi apribili incernierati superiormente. All'interno sarà collocata una derivazione con valvola a fuso DN 80 PN 64 ed un misuratore di portata meccanico DN 80 PN 64 oltre a 2 valvole a cuneo metallico DN 300 PN 64 ed un misuratore di portata meccanico DN 300 PN 64.

Di tutte le soluzioni descritte in precedenza e che differiscono sostanzialmente nella assenza o presenza di camerette, nella assenza di apparecchiature di intercettazione sulla condotta principale in derivazione e nella assenza di misuratori di portata sulla condotta principale in derivazione garantiscono la funzionalità del sistema con una minore possibilità di valutare eventuali perdite in condotta (per la verità poco probabili) e di poter sezionare la condotta nei punti di derivazione.

Si riportano di seguito la sintesi di quanto descritto in precedenza relativamente alla consistenza delle sezioni dei manufatti speciali ed il riepilogo sintetico dei tipi di sezioni presenti nelle diverse soluzioni.

La Soluzione A, costituita dai soli sfiati, risulta essere la base irrinunciabile per garantire l'assenza di sacche d'aria nei punti di colmo con la eliminazione dei relativi malfunzionamenti dei necessari deflussi.

La Soluzione A, descritta in precedenza, potrà essere integrata con opere complementari che daranno luogo alla realizzazione delle soluzioni B1, B2, C1 e C2 mediante l'inserimento di scarichi e derivazioni in quantità essenziali per la funzionalità ordinaria della condotta ma con differenti quantità e tipi di camerette e di apparecchiature, come segue:

<b>Descrizione</b>	<b>N°</b>	<b>PN</b>	<b>Lungh</b>	<b>Larg</b>
			<b>m</b>	<b>m</b>
<b>Soluzione A</b>				
<b>FASE 1</b>				
Sfiati	2	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	2	40		
Camerette in cls	2		1	1
Scarichi				
Derivazioni				
<b>FASE 2</b>				
Sfiati	4	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	4	40		
Camerette in cls	4		1	1
Scarichi				
Camerette in cls per scarichi				
Derivazioni in cls per scarichi				
<b>FASE 3</b>				
Sfiati	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN80	1	64		
Camerette in cls	1		1	1
Scarichi				
Camerette in cls per scarichi				
Derivazioni in cls per scarichi				

<b>Descrizione</b>	<b>N°</b>	<b>PN</b>	<b>Lungh</b>	<b>Larg</b>
			<b>m</b>	<b>m</b>
<b>Soluzione B1</b>				
<b>FASE 1</b>				
Sfiati	2	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	2	40		
Camerette in cls	2		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso interrate DN150	1	40		
Valvole a fuso interrate DN300	1	40		
Camerette in cls				
Derivazioni				
<b>FASE 2</b>				
Sfiati	4	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	4	40		
Camerette in cls	4		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso interrate DN150	2	40		
Valvole a fuso interrate DN300	2	40		
Camerette in cls				
Derivazioni				
<b>FASE 3</b>				
Sfiati	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN80	1	64		
Camerette in cls	1		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso interrate DN150	1	64		
Valvole a fuso interrate DN300	1	64		
Camerette in cls				
Derivazioni				

<b>Descrizione</b>	<b>N°</b>	<b>PN</b>	<b>Lungh</b>	<b>Larg</b>
			m	m
<b>Soluzione B2</b>				
<b>FASE 1</b>				
Sfiati	2	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	2	40		
Camerette in cls	2		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso in cameretta DN150	1	40		
Valvole a cuneo metallico in cameretta DN300	1	40		
Camerette in cls	1		2.25	1.5
Derivazioni				
<b>FASE 2</b>				
Sfiati	4	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	4	40		
Camerette in cls	4		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso in cameretta DN150	2	40		
Valvole a cuneo metallico in cameretta DN300	2	40		
Camerette in cls	2		2.25	1.5
Derivazioni				
<b>FASE 3</b>				
Sfiati	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN80	1	64		
Camerette in cls	1		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso in cameretta DN150	2	64		
Valvole a cuneo metallico in cameretta DN300	2	64		
Camerette in cls	2		2.25	1.5
Derivazioni				

<b>Descrizione</b>	<b>N°</b>	<b>PN</b>	<b>Lungh</b>	<b>Larg</b>
			m	m
<b>Soluzione C1</b>				
<b>FASE 1</b>				
Sfiati	2	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	2	40		
Camerette in cls	2		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso interrate DN150	1	40		
Valvole a fuso interrate DN300	1	40		
Camerette in cls				
Derivazioni				
Valvole a fuso DN80				
Misuratore di portata DN 80				
<b>FASE 2</b>				
Sfiati	4	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	4	40		
Camerette in cls	4		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso interrate DN150	2	40		
Valvole a fuso interrate DN300	2	40		
Camerette in cls				
Derivazioni	3			
Valvole a fuso DN80	3	40		
Misuratore di portata DN 80	3	40		
Camerette	3		2.25	1.5
<b>FASE 3</b>				
Sfiati	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN80	1	64		
Camerette in cls	1		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso interrate DN150	1	64		
Valvole a fuso interrate DN300	1	64		
Camerette in cls				
Derivazioni	1			
Valvole a fuso DN80	1	64		
Misuratore di portata DN 80	1	64		
Camerette	1		2.25	1.5

<b>Descrizione</b>	<b>N°</b>	<b>PN</b>	<b>Lungh m</b>	<b>Largh m</b>
<b>Soluzione C2</b>				
<b>FASE 1</b>				
Sfiati	2	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	2	40		
Camerette in cls	2		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso DN150	1	40		
Valvole a cuneo metallico DN300	1	40		
Camerette in cls			2,25	1,5
Derivazioni				
Valvole a fuso DN80				
Misuratore di portata meccanico DN 80				
Valvole a cuneo metallico DN300				
Misuratore di portata meccanico DN 300				
Camerette in cls				
<b>FASE 2</b>				
Sfiati	4	40		
Valvole a cuneo metallico DN80	4	40		
Camerette in cls	4		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso DN150	2	40		
Valvole a cuneo metallico DN300	2	40		
Camerette in cls			2,25	1,5
Derivazioni				
Valvole a fuso DN80	3	40		
Misuratore di portata meccanico DN 80	3	40		
Valvole a cuneo metallico DN300	6	40		
Misuratore di portata meccanico DN 300	3			
Camerette in cls	3		4,25	2
<b>FASE 3</b>				
Sfiati	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN80	1	64		
Camerette in cls	1		1	1
Scarichi				
Valvole a fuso DN150	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN300	1	64		
Camerette in cls	1		2,25	1,5
Derivazioni	1			
Valvole a fuso DN80	1	64		
Misuratore di portata meccanico DN 80	1	64		
Valvole a cuneo metallico DN300	2	64		
Misuratore di portata meccanico DN 300	1			
Camerette in cls	1		4,25	2

**RIEPILOGO SCHEMA SOLUZIONI FASI 1, 2 E 3**

	Sfiati	Scarichi tipo 1	Scarichi tipo 2	Derivazioni tipo 1	Derivazioni tipo 2
Soluzione A					
Soluzione B1					
Soluzione B2					
Soluzione C1					
Soluzione C2					

 Sezioni operative  
assenti

A maggiore chiarimento di quanto previsto in progetto si riportano in tabella le quantità e le collocazioni dei manufatti speciali presenti nelle tre Fasi.

Scarichi e derivazioni potranno essere di tipo 1 o di tipo 2 come descritti nelle soluzioni illustrate in precedenza.

**Fase 1**

La Fase 1 prevede la presenza delle seguenti apparecchiature e opere riportate in tabella:

Fase	Apparecchiatura	Nodo monte	Progressiva	Nodo valle	Progressiva	Quota posa cond.	Quota terreno	Quota fondo torrente	Livello di piena
			da m.		a m.	m.s.m.	m.s.m.	m.s.m.	m.s.m.
1	Sfiato			PK 120	1086	509	513		
1	Sfiato			PK 127	1444	502	504		
1	Scarico			10	2376	482.58	484.41		
1	Difesa radente	107 C	470	PK 108	433	514	512		
	Difesa radente	PK116	902	PK115_a	966	507	509		
	Difesa radente	PK129_a	1599	PK20	1849	496	500		

**Fase 2**

La Fase 2 prevede la presenza delle seguenti apparecchiature e opere riportate in tabella:

Fase	Apparecchiatura	Nodo monte	Progressiva	Nodo valle	Progressiva	Quota posa cond.	Quota terreno	Quota fondo torrente	Livello di piena
			da m.		a m.	m.s.m.	m.s.m.	m.s.m.	m.s.m.
2	Sfiato			T 139.7	24	485	487		
2	Sfiato			T 118	1163	471	474		
2	Sfiato			F043	3250	441	442		
2	Sfiato			F 067	3768	454	456		
2	Scarico			T107	1717	456	457.6		
2	Scarico			F043	3250	441	442		

2	Sottopasso afflu.	F 027	3084	F 043	3250	441	442		
2	Difesa radente	T130.1	540	28	555	468	471		
2	Difesa radente	29	576	34	625	468	471		
2	Difesa radente	T113.5	1264	T113.1	1363	460	462		
2	Difesa radente	T 107	1717	T104	1811	454	456		
2	Difesa radente	INT04	2148	78	2182	449	453		
2	Difesa radente	F022	2965	F027	3084	441	443		
2	Difesa radente	F042	3233	F043	3250	436	441		

### **Fase 3**

La Fase 3 prevede la presenza delle seguenti apparecchiature e opere riportate in tabella:

Fase	Apparecchiatura	Nodo monte	Progressiva	Nodo valle	Progressiva	Quota posa cond.	Quota terreno	Quota fondo torrente	Livello di piena
			da m.		a m.	m.s.m.	m.s.m.	m.s.m.	m.s.m.
3	Sfiato	28	887			361	364		
3	Scarico	T22	1030			355	357		
3	Sottopasso afflu.	T 18.2 bis	914	T 18.3 d	929	359	363		
3	Difesa radente	T 14.1	645	T15.2	777	358	360		
3	Difesa radente	T 26	1259	T28	1384	348	351		

## **4 - CARATTERISTICHE DELLE CONDOTTE ADDUTTRICE E MODALITA' REALIZZATIVE**

### **4.1 - Le condotte**

#### 4.1.1 - Le condotte in ghisa e i pezzi speciali

Le condotte in progetto saranno in **GHISA SFEROIDALE**, per reti idropotabili, conformi alle norme ISO 2531 ed UNI EN 545.

La ghisa, per effetto della sua elevata resistenza meccanica, è utilizzabile in applicazioni caratterizzate da elevate sollecitazioni meccaniche di carico idraulico e garantisce economicità di esercizio, igienicità del fluido trasportato e durabilità nel tempo.

Il diametro della condotta adduttrice sarà DN 300 mentre le derivazioni saranno DN 80

Per quanto riguarda il dimensionamento delle condotte si è fatto riferimento ai calcoli idraulici riportati negli studi di fattibilità dell'ente gestore, dove è stata definita una portata di progetto pari 100 - 120 l/s sulla base di un'analisi dei fabbisogni dell'area servita dalla rete acquedottistica e delle perdite di carico.

Come già scritto, la condotta in progetto sostituisce quella esistente con diametro compreso tra i 200 e i 250 mm.

Le principali norme che dettano i criteri per la produzione e fornitura di tubazioni in ghisa sferoidale per il convogliamento di acque potabili destinate al consumo umano e dei relativi pezzi speciali, accessori e giunti, sono:

- **EN 545 :2010** Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Requisiti e metodi di prova
- **EN 598:2009** Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - Requisiti e metodi di prova

- **ISO 2531:2009** Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water applications
- **ISO 7186:2011** Ductile iron products for sewerage applications

Ulteriori normative di riferimento sono:

- DIN 28603:2002 Ductile iron pipes and fittings - Push-in joints - Survey, sockets and gaskets
- EN 14901:2006 Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Rivestimento epossidico (rinforzato) dei raccordi e degli accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova
- EN 15655:2009 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - Requisiti e metodi di prova
- EN 15542:2008 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi - Requisiti e metodi di prova- EN 15189:2006 Ductile iron pipes, fittings and accessories - External polyurethane coating for pipes  
- Requirements and test methods
- ISO 8180:2006 Tubazioni di ghisa duttile - Manicotto di polietilene per applicazione in cantiere
- ISO 10802:1992 Ductile iron pipelines - Hydrostatic testing after installation
- EN 805:2000 Water supply - Requirements for systems and components outside buildings
- ISO 8179-1:2004 Ductile iron pipes - External zinc-based coating Metallic zinc with finishing layer
- ISO 8179-2:1995 Ductile iron pipes - External zinc coating Zinc rich paint with finishing layer
- ISO 4179:2005 Ductile iron pipes and fittings for pressure and non-pressure pipelines -- Cement mortar lining

- EN 681-1:2006 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata
- ISO 4633:2002 Rubber seals - Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines - Specification for materials
- ISO 10803:2011 Design method for ductile iron pipes
- ISO 16134:2006 Earthquake - and subsidence-resistant design of ductile iron pipelines
- ISO 16132:2004 Ductile iron pipes and fittings -- Seal coats for cement mortar linings
- ISO 2230:2002 Rubber products -- Guidelines for storage
- EN 1092-2:1997 Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 2: Cast iron flanges
- EN 1514:1997 Flange e loro giunzioni - Dimensioni delle guarnizioni per flange designate mediante PN
- ISO 7005-2:1988 Metallic flanges Cast iron flanges
- ISO 3134-1:1985 Light metals and their alloys - Terms and definitions - Part 1: Materials
- ISO 9001:2008 Quality management systems - Requirements
- ISO 14001:2004 Environmental management systems-Requirements with guidance for use

I tubi saranno in ghisa sferoidale, centrifugati, con giunto a bicchiere tale da consentire deviazioni angolari e spostamenti longitudinali che non ne compromettano la tenuta e con estremità liscia come da norma UNI EN545.

La **classe di spessore** della tubazione è individuata in funzione della pressione idrostatica presente nella dorsale in progetto. A sua volta il valore della pressione è determinato dalla quota altimetrica del serbatoio di partenza Toni. Per la fase 1 e fase 2 è dunque stata individuata la classe minima C40, mentre per la fase 3, essendo nella parte finale la pressione superiore ai 40 bar, è stata individuata la classe C75.

In particolare, in considerazione della quota del serbatoio di partenza, serbatoio Toni con quota a 752 m.s.m. e volendo verificare la massima pressione idrostatica che si verificherà nella condotta in caso di

chiusura a valle si manifesteranno le seguenti condizioni:

**Fase 1:**

- classe tubazione C40
- massima pressione come da profilo al nodo PK00 con quota 475.79 m.s.m. = 27.6 bar

**Fase 2:**

- classe tubazione C40
- massima pressione come da profilo al nodo F040 con quota 435.76 m.s.m. = 31.6 bar

**Fase 3:**

- classe tubazione C75
- massima pressione come da profilo al nodo T28 con quota 348.65 m.s.m. = 40.3 bar

I giunti antisfilamento previsti in progetto, come meglio descritti nei successivi paragrafi, saranno tali da non richiedere sistemi di ancoraggio.

**4.1.2 - Condotte in ghisa**

Le nuove condotte in ghisa sferoidale dovranno rispettare i requisiti e metodi di prova fissati dalla normativa di riferimento UNI EN545:2010 relativa a tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua.

Per quanto riguarda le altezze di ricoprimento minime e massime sulla tubazione, si fa riferimento alla tabella F.1 che segue.

**Table F.1 — Heights of cover for pipes of preferred pressure classes**

DN		40 to 150 Class 40	200 to 300 Class 40	350 to 400 Class 30	450 to 600 Class 30	700 to 2 000 Class 25
K(2α)		0,110 (20°)	0,110 (20°)	0,105 (45°)	0,105 (45°)	0,103 (60°)
β = 0,50 Rural areas	E' = 0	0,3 to 12,0	0,3 to 7,0	0,3 to 3,8	0,3 to 3,1	0,5 to 1,6
	E' = 1 000	0,3 to 12,6	0,3 to 7,8	0,3 to 4,8	0,3 to 4,2	0,3 to 3,0
	E' = 2 000	0,3 to 13,2	0,3 to 8,6	0,3 to 5,7	0,3 to 5,2	0,3 to 4,2
	E' = 5 000	0,3 to 15,0	0,3 to 11,1	0,3 to 8,5	0,3 to 8,1	0,3 to 7,8
β = 0,75 Access roads	E' = 0	0,3 to 12,0	0,3 to 6,9	0,4 to 3,7	0,5 to 3,0	0,9 to 1,2
	E' = 1 000	0,3 to 12,6	0,3 to 7,7	0,3 to 4,7	0,4 to 4,1	0,4 to 2,9
	E' = 2 000	0,3 to 13,2	0,3 to 8,6	0,3 to 5,6	0,3 to 5,1	0,3 to 4,1
	E' = 5 000	0,3 to 14,9	0,3 to 11,0	0,3 to 8,5	0,3 to 8,1	0,3 to 7,8
β = 1,50 Main roads	E' = 0	0,3 to 11,9	0,4 to 6,7	0,9 to 3,2	1,2 to 2,2	*
	E' = 1 000	0,3 to 12,5	0,4 to 7,6	0,7 to 4,3	0,8 to 3,7	1,0 to 2,3
	E' = 2 000	0,3 to 13,1	0,3 to 8,4	0,6 to 5,4	0,6 to 4,8	0,7 to 3,9
	E' = 5 000	0,3 to 14,8	0,3 to 10,9	0,4 to 8,3	0,4 to 7,9	0,4 to 7,7

\* Not recommended; only a specific calculation for each case can provide an adequate answer.

**Figura 5 – Tabella altezze di ricoprimento minime e massime (in metri) in funzione del coefficiente di appoggio K della tubazione, del modulo di carico β, del modulo di reazione del terreno E' e del diametro e classe della tubazione**

I valori riportati sopra possono essere utilizzati e presi come riferimento senza alcun calcolo aggiuntivo di verifica statica basato sui classici metodi della scienza delle costruzioni per la definizione della deformazione diametrale del tubo.

Le tubazioni in progetto hanno ricoprimento medio di 100 cm, non presentano ricoprimenti inferiori ai 30 cm e superiori ai 300 cm.

Già in questa fase di progettazione preliminare sono stati approfonditi gli aspetti della resistenza delle condotte, già acquistate dalla Società TRM e che ha fornito una specifica documentazione di comportamento delle condotte stesse in condizioni sismiche che si allega e le cui conclusioni confermano l' idoneità della scelta effettuata.

## Tubi per zone sismiche

### Giunti di presa a forza longitudinale in condizioni estreme, z. B. Frane o terremoti

da Manfred Hilka e Gerd Glücklich

#### 1. Introduzione

Molti insediamenti in tutto il mondo sono situati in aree in cui il sottosuolo si muove periodicamente, sia a causa di terremoti che di cedimenti in aree influenzate dall'attività mineraria. Spesso in queste zone si trovano grandi città, le cui infrastrutture sono altamente minacciate, e non sono mancati gli sforzi per minimizzare i danni in caso di terremoti o cedimenti attraverso metodi di costruzione speciali. La **figura 1** mostra la distribuzione degli eventi sismici in Germania; le aree lungo il Reno, sul lato nord delle Alpi, il Giura Svevo e nella Foresta Turingia e i Monti Metalliferi sono particolarmente a rischio.

Nel campo delle condutture di approvvigionamento interrate, ci sono prove impressionanti di soluzioni ai problemi. Il Cast Pipe Manual I, per esempio, riporta una conduttura d'acqua costruita nel 1909 a Città del Messico con tubi di ghisa grigia DN 900 e 1200, che era dotata di giunti Gibault sigillati in gomma. L'esperienza fu così positiva che nel 1934/35 furono costruiti altri 20 km degli stessi diametri nominali, sempre con il giunto Gibault mobile [1].

Nel 1991, Voit, Pastor e Manskopf hanno riferito sulla prevenzione dei danni alle fognature nel trogolo di subsidenza dell'industria mineraria del carbone della Ruhr [2], e Eidam, Suderlau e Rink hanno descritto esperienze simili con i tubi dell'acqua nell'area mineraria di Mansfeld nel 1997 [3]. Nel 1995, un intero blocco di conferenze all'Oldenburg Pipeline Forum fu dedicato a questo argomento [4].

Un gruppo di lavoro ISO sta attualmente lavorando a una norma sui requisiti per i tubi che devono rimanere stabili e a tenuta sotto gli effetti del terremoto e altri movimenti del terreno; è comprensibile che gli esperti giapponesi con conoscenza del comportamento dei tubi di ferro duttile nei terremoti in Giappone abbiano preso l'iniziativa in questo gruppo di lavoro.

Se si cerca di mettere tutte queste esperienze positive sotto un motto comune, è:

"L'uso di tubi in ghisa duttile con giunti mobili offre la massima sicurezza possibile in terreni instabili".



Figura 1: Mappa dell'attività sismica in Germania

Fonte: Centro di analisi dei dati sismici, Hannover

#### 2. Principi di pianificazione

Secondo la norma EN 805, è responsabilità del progettista determinare il materiale del tubo adatto per un dato progetto di costruzione.

Il progettista e i gestori di reti di tubature d'acqua non possono sempre stimare tutti gli imponderabili per il carico della conduttura e delle sue connessioni. Questo vale in particolare per le seguenti condizioni di installazione:

- Aree di subsidenza mineraria
- suoli instabili
- aree a rischio terremoto
- Piste.

Nella documentazione tecnica, come i cataloghi dei produttori, le pubblicazioni della FGR, ad esempio la norma FGR 66, i regolamenti DVGW, ad esempio il foglio di lavoro GW 368, ecc, le pressioni d'esercizio ammissibili e le capacità di piegatura dei tubi in ghisa duttile con

giunti longitudinali con bloccaggio a forza. Queste specifiche hanno un alto fattore di sicurezza, ma mancano informazioni quantitative sui carichi estremi, come quelli che si verificano per brevi periodi,

z. La funzione di tenuta alla pressione viene mantenuta anche in caso di terremoto, per esempio.

### 3. Indagini pratiche

In una serie di test appositamente adattati alle condizioni degli scavi nel terreno, l'obiettivo era quello di determinare quale sicurezza effettiva ci si può aspettare dai tubi in ghisa duttile in caso di disastro. A tal fine, sono state effettuate prove di tenuta su tubi d'acqua DN 200 con flessione del raccordo, che vanno ben oltre il livello specificato nella norma di prodotto DIN EN 545. L'obiettivo era quello di determinare fino a quale angolo il sistema sarebbe rimasto funzionale e stretto in casi estremi. Il danneggiamento dei componenti senza perdita di funzione è stato deliberatamente accettato. Un forte terremoto è di solito accompagnato da un'ampia distruzione, che deve essere rimediata in seguito. Il compito principale è quello di garantire una fornitura affidabile di acqua potabile e antincendio anche in caso di disastro. Le indagini sono state effettuate con le seguenti connessioni frizionali e positive:

#### NOVO-SIT

Con la connessione NOVO-SIT ad attrito, gli artigiani in acciaio inossidabile vulcanizzati in un anello di gomma trasmettono le forze assiali dall'estremità di inserimento nell'anticamera dell'invasatura in modo ad attrito. Il sistema TYTON-seal-La funzione di tenuta è assunta dal rivestimento (Fig. 2).

#### BLS

Nel caso del raccordo a innesto positivo BLS, un cordone di saldatura sull'estremità a innesto trasmette la forza assiale tramite segmenti o bulloni a una camera di bloccaggio fusa sul raccordo. Anche qui, la guarnizione TYTON assicura la tenuta della connessione.

Figura 2: Struttura della connessione TYTON-

Sui tubi che devono essere accorciati sul posto, la successiva applicazione di cordoni di saldatura può essere evitata utilizzando gli anelli di serraggio a frizione.

La **tabella 1** contiene le specifiche del costruttore per le due costruzioni su spessori di parete, ammissibili

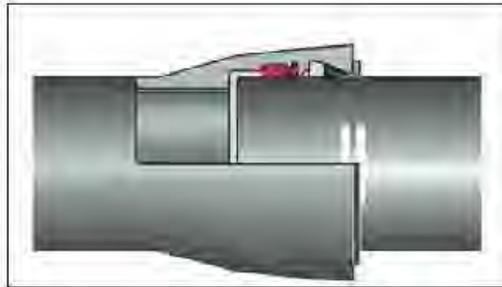


Figura 3: Struttura della connessione BLS con traversa



Figura 4: Struttura della connessione BLS con anello di serraggio



Figura 5: Schema del setup sperimentale

**Tabella 1:** Specifiche del produttore e per i giunti vincolati

Verbindung	Spessore della parete - (bar)		
	Angolo PFA (bar)		
	(^)		
NOVO-SIT	C 40	16	3
NOVO-SIT	C 40	25	3
NOVO-SIT	K 9	40	3
BLS	K 9	40	3,5
BLS con anello di	K 9	40	3,5



Figura 6: Determinazione della deflessione angolare



Figura 7: connessione BLS con bullone Pressione interna dell'acqua: 20 bar, deflessione angolare: circa 20°, connessione stretta



Figura 8: collegamento BLS con anello di serraggio Pressione interna dell'acqua: 20 bar, deviazione angolare circa 20°, collegamento a tenuta



Figura 9: collegamento NOVO-SIT Pressione interna dell'acqua: 20 bar, Angolo circa 16°, connessione stretta

La tabella seguente mostra le pressioni di esercizio e le deviazioni angolari per il sistema DN 200.

### 3.1 Procedura sperimentale

È stata installata una stringa di prova, composta da due tubi di presa ciascuno. Le estremità di inserimento e le prese sono state chiuse con raccordi e flange cieche con aperture di ventilazione. Un tubo è stato fissato in direzione assiale e orizzontale (Fig. 5).

La stringa di prova è stata riempita d'acqua, sfiatata e portata a una pressione interna di 20 bar. Questa pressione è stata scelta per creare condizioni che fossero il più possibile simili alla vita reale. La connessione è stata poi continuamente angolata (fino a quando non è fallita). I movimenti di flessione sono stati parzialmente interrotti e la connessione è stata riportata alla stessa condizione assiale di partenza.

Un angolo di 10° comporta una deviazione di circa 100 cm dall'asse del tubo precedentemente installato su una lunghezza del tubo di 6 m, a 20° è già di 220 cm. Gli angoli sono stati determinati con una livella elettrica (figure da 6 a 9).

### 3.2 Risultati dei test

I singoli risultati della serie di test sono riassunti nella **tabella 2** e confrontati con le specifiche del produttore. I risultati mostrano che il sistema ha alte riserve di sicurezza per il requisito "tenuta in caso di catastrofe". Questo requisito non è considerato una proprietà permanente per la durata abituale di 100 anni. Per questo motivo, le specifiche del produttore relative alle deflessioni angolari ammissibili sono significativamente inferiori ai risultati dei test.

Le estremità di inserimento dei tubi sono state parzialmente danneggiate durante i test. La parete del tubo era

**Tabella 2:** Compilazione dei risultati dei test; tutte le connessioni sono strette agli angoli specificati.

Link	Classe di spessori della parete	PFA (bar) (informazioni sul produttore)	Pressione (bar) nel test	Angolarità (°) (informazioni sul produttore)	Angolazione nel test (°)
NOVO-SIT	C 40	16	20	3	16
NOVO-SIT	C 40	25	20	3	16
BLS	K 9	40	20	3,5	23
BLS con anello di bloccaggio	K 9	40	20	3,5	24

Le giunture erano ammaccate dal contorno del giunto, con il rivestimento di malta che si sfaldava in questi punti. Nonostante le deflessioni angolari estreme e nonostante le ammaccature subite nel processo, le connessioni sono rimaste funzionali e a prova di perdite.

#### 4. Riassunto

I tubi in ghisa duttile con giunti vincolati hanno riserve di sicurezza estreme contro gli effetti imprevedibili sulle condutture, per esempio i terremoti o altri movimenti del terreno. Anche sotto carichi estremi, le funzioni di "connessione frizionale longitudinale" e "tenuta" sono mantenute in modo affidabile.

#### Letteratura

- [1] Tubi a pressione in ghisa per sistemi di alimentazione di gas e acqua, Essen 1950
- [2] Voit, A.; Pastor, J. e Manskopf, D.: Tubi di ferro duttile per le linee di scarico nelle aree di subsidenza mineraria. TECNOLOGIA DEI TUBI IN GHISA 26 (1991), P. 4
- [3] Eidam, O.; Suderlau, G. e Rink, W.: Fernwasseranschluss Eisleben: Posa di una conduttura DN 800 in ferro duttile in una zona di subsidenza mineraria. TECNOLOGIA DEI TUBI FUSI 32 (1997), P. 32
- [4] Condutture in terreni a rischio di subsidenza; blocco di conferenze all'8° Oldenburg Pipeline Forum 1994; P. Brune: Pipes made of ductile cast iron.

#### 4.1.3 - Ancoraggio delle condotte

##### Ancoraggio delle condotte in ghisa

I tubi e i pezzi speciali in ghisa sferoidale, come richiesto dal Committente, saranno connessi tra loro a mezzo di giunti anti sfilamento meccanici che offrono resistenza alle forze longitudinali che tendono a separare gli elementi della condotta in ragione delle deviazioni imposte con curve.

A seguito delle garanzie fornite dalla Società fornitrice delle condotte in ghisa, relativamente alle tipologie dei giunti antisfilamento, è risultato che le caratteristiche degli stessi sono tali da non richiedere alcuna integrazione di posa con la formazione di blocchi di ancoraggio che, pertanto, non sono stati previsti.

## 4.2 - Modalità realizzative

### 4.2.1 - Tratti in sponda esterni all'alveo vivo o in alveo vivo

Le condotte in ghisa e in HDPE in partenza dal nodo 1 in località Ponte Nano saranno interrato e posate in sponda (golena) con scavo a sezione obbligata della larghezza di 60 cm.

Le condotte saranno interrato se in golena o posate posteriormente alle opere di difesa spondale necessarie a tutelare la nuova condotta, ma anche quella esistente, dalle attività di erosione svolta in condizione di piena da parte del torrente Nure in caso di posa al limite dell'alveo vivo.

In caso di attraversamento del torrente Nure la posa avverrà ad una profondità non inferiore ai 3 m.

Le sezioni di scavo sono definite in funzione della profondità di progetto di posa della condotta. Si prevede comunque di procedere all'esecuzione di una prima parte di prescavo di sbancamento a sezione svasata di profondità variabile e successivamente ad uno scavo a sezione ristretta per la profondità finale di 150 cm. Ove le condizioni di posa lo prevedano

(basse profondità di posa) si procederà in alternativa senza la realizzazione del pre-scavo di sbancamento.

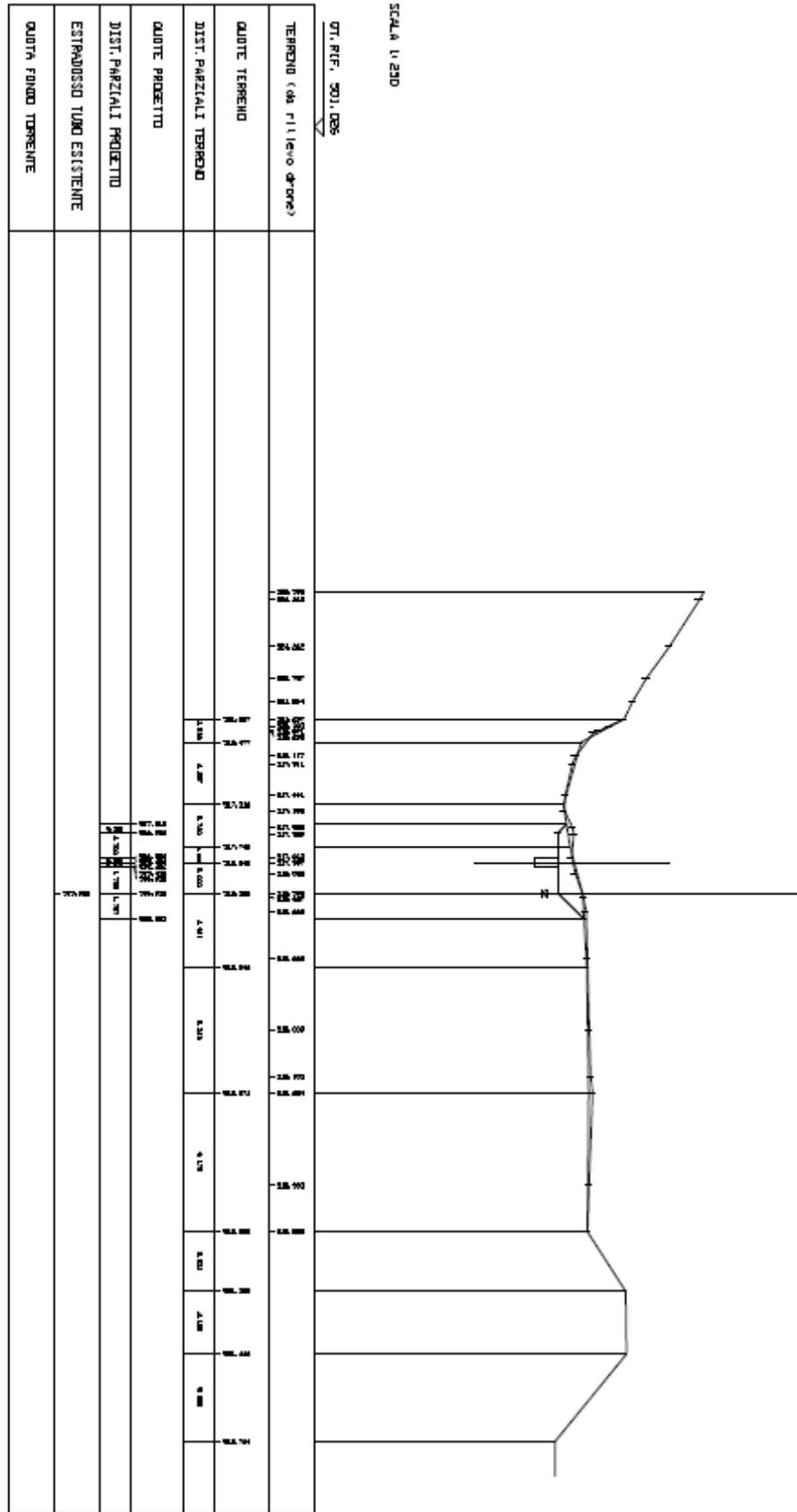
Di seguito si riportano tre tipologici di sezioni di scavo con pre scavi più o meno importanti, relativi alle fasi 1, 2 e 3.

Nel successivo Capitolo 6 sulle rocce da scavo, si riportano le considerazioni relative alla posa per la quale verrà riutilizzato il materiale di scavo preventivamente vagliato.

SEZIONE N. 1 PR/106  
 DT. PROGETTO : 511.606  
 DIST. PROJ. : 393.428  
 DIST. PROJ. : 46.895  
 DIST. SUCC. : 55.480

SEZIONE N. 1 PR/106  
 DT. PROGETTO : 511.606  
 DIST. PROJ. : 393.428  
 DIST. PROJ. : 46.895  
 DIST. SUCC. : 55.480

SCALA 1:250

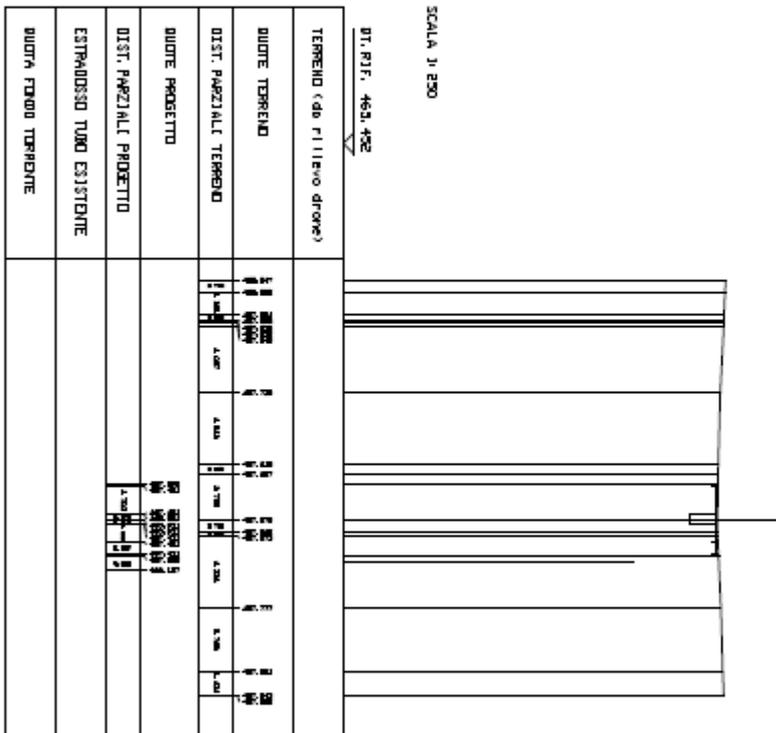


PROF. E. MANTICCHI	0.300 m
PROF. S. MANTICCHI	0.300 m
PROF. G. MANTICCHI	0.300 m

SEZIONE N. 17  
 DT. PROGETTO 1 488.101  
 DIST. PROJ. 1 27.489  
 DIST. PREC. 1 2.765  
 DIST. SUCC. 1 2.914

SCALA 1:250

DT. R.F. 483.432





#### 4.2.3 - Opere di difesa spondale

A seguito dei ripetuti sopralluoghi effettuati sono stati individuati i tratti critici in fregio dove è indispensabile provvedere alla realizzazione di tratti di difesa spondale radente in massi.

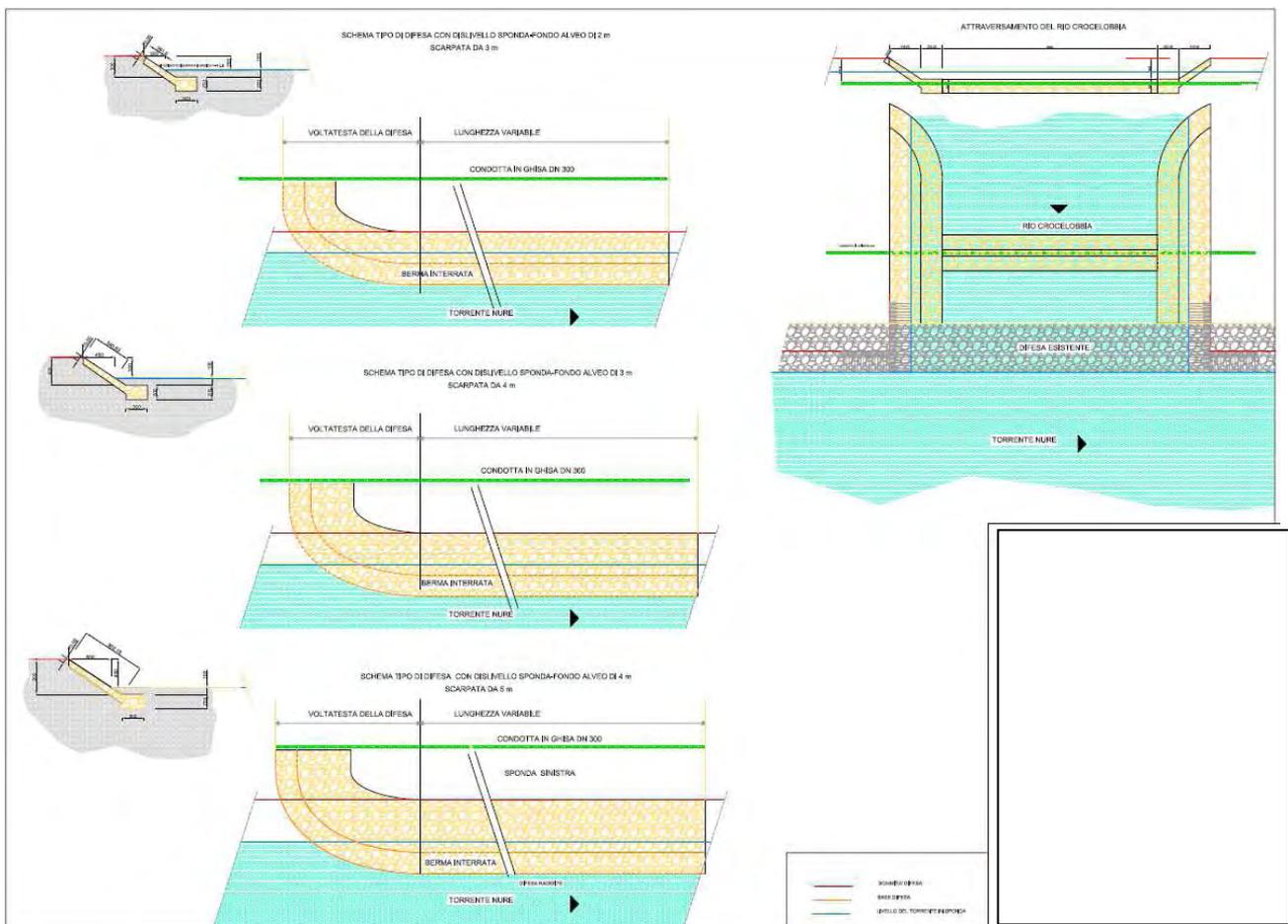
Come risulta dalla Planimetria All EG.3.0 e dal Profilo All. EG.4.0, EG.5.0, EG.6.0 le difese avranno differente sviluppo e curvatura.

In particolare si evidenzia che le suddette difese non sottrarranno spazio all'alveo vivo rispettandone la sagoma conseguente alla piena eccezionale del 2015.

Le difese, realizzate in massi cementati di pezzatura variabile da 0.5 a 2 tonn, oltre agli scapolari di intasamento, sarà costituita da:

- rivestimento di sponda dello spessore di 0.7 m e con pendenza non superiore ai 45°;
- berma al piede della difesa delle dimensioni di 3 per 2 m di profondità.

Le difese, per evitare l'aggiramento e lo scalzamento, saranno dotate di risvolto di monte.



#### 4.2.4 - Interferenze con sottoservizi e con rii

Il tracciato della nuova condotta, parallelo a quello della condotta esistente, correndo in fregio alla sponda del torrente Nure, non ha messo in evidenza la presenza di sottoservizi che potrebbero richiedere particolari opere di superamento delle interferenze stesse.

In fase di progettazione definitiva si faranno gli opportuni approfondimenti con gli Enti preposti.

Per l'attraversamento dei Rii tagliati dal tracciato della nuova condotta, si è previsto di realizzare un'opera di consolidamento dello sbocco del Rio in Nure mediante opere di corazzatura cementata in massi del fondo del Rio, di opere di difesa spondale del Rio e del Nure sempre in massi cementati.

La condotta sarà quindi posata al di sotto della corazzatura e quindi in condizione di totale protezione.

Il tipologico del sottopasso è riportato sull'All. EG.6.0 che descrive l'attraversamento del Rio Croce Lobbia.

## **5 - CARATTERISTICHE DEI MANUFATTI SPECIALI**

### **5.1 – Considerazioni generali**

I manufatti speciali descritti di seguito saranno quelli di:

- Sfiato;
- Scarico di fondo;
- Misura di portata e derivazione

I manufatti speciali saranno costituiti da:

- un'opera in cls interrata per il contenimento delle apparecchiature meccaniche ed elettromeccaniche;
- una serie di apparecchiature di differente tipologia per operazioni funzionali sia in normale esercizio che in situazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

La scelta di collocare le apparecchiature in un manufatto di contenimento di differenti dimensioni in rapporto alla funzione dello stesso è conseguenza delle pressioni di rete definite variabili da 40 a 64 bar in relazioni alle diverse Fasi (Fasi 1 2 con 40 bar e Fase 3 con 64 bar).

Per queste pressioni infatti il valvolame da utilizzare non potrà, come esposto dai fornitori, essere collocato in terra o in acqua non potendosi garantire la impermeabilità nel tempo, salvo che per le valvole a fuso.

Le Soluzioni B1 e C1 citate in precedenza e relativamente agli scarichi impiegheranno valvole a fuso direttamente collocate nel terreno mentre in tutte le altre soluzioni, le valvole a cuneo metallico saranno collocate in camerette.

E' inoltre ovvio che, per gli sfiati, gli stessi dovranno essere in ogni caso posizionati al di sopra dei livelli idrici e non posati nel terreno ma in apposite camerette.

Per tutto il valvolame si è ritenuto, date le pressioni in gioco, di prevedere valvole con riduttore per un azionamento più agevole per il personale. Per le valvole DN 80 PN 40/64, date le pressioni in gioco ed essendo le stesse allo scarico istantaneo della pressione, si è ritenuto di adottare valvole a fuso capaci di una regolazione progressiva della portata scaricata, con uno sforzo di azionamento modesto e con la capacità di garantire l'abbattimento della pressione fino a quella atmosferica di valle.

### 5.1.1 - Sfiati

Nei punti di colmo della condotta saranno posizionati gli sfiati a tre effetti con capacità di contenimento di pressioni PN40/64 destinati ad evacuare l'aria liberatasi in condotta e ad aspirare aria in caso di depressioni legate alle manovre di manutenzione o a guasti.

Gli sfiati PN 40 saranno con corpo in ghisa fusa mentre quelli PN 64 saranno con corpo in acciaio saldato.

Il posizionamento di questi sfiati è stato riportato sia in planimetria All. EG.3.0 che nei profili All. EG.4.0, EG.5.0, EG.6.0.

Gli sfiati saranno collocati ai nodi:

- Fase 1: PK 120 – PK 127
- Fase 2: T 139.7 – T 118 – F 043
- Fase 3: 28

Le apparecchiature di sfiato per la condotta in ghisa ove ritenute necessarie, saranno posizionate sotto alla carreggiata stradale in un pozzetto di adeguate dimensioni (vedi tipologico All. EG.5.0) dotato di chiusino a settori, interamente apribile.

### 5.1.2 - Scarichi di fondo

Gli scarichi di fondo saranno limitati alla intercettazione della condotta principale DN 300 e alla derivazione DN 150.

In relazione alle caratteristiche delle valvole, come previsto nella descrizione delle differenti Soluzioni già descritte, saranno impiegate valvole a fuso direttamente interrate, oppure valvola a cuneo metallico DN 300 e valvola a fuso in derivazione DN 150 in cameretta.

(vedi All. EG.7.0).

Gli scarichi di fondo saranno collocati ai nodi:

- Fase 1: PK 10
- Fase 2: T 107 –F 043
- Fase 3: T 22

A monte delle valvole a cuneo metallico o a fuso DN 300 PN 40/64 dotata di riduttore sarà collocato in derivazione uno scarico DN 150 PN 40/64 con valvola a fuso di intercettazione apribile sotto pressione e dotata di riduttore e di sistema di dissipazione con la funzione di scaricare rapidamente la pressione prodotta da un funzionamento idrostatico imposto per operazioni di manutenzione.

L'apertura della valvola a fuso DN 150, previo sezionamento della condotta, produrrà il crollo della pressione che si assesterà su quella della prevalenza geometrica.

La valvola a fuso, completata con cestello anticavitazione e diaframma forato, potrà essere agevolmente aperta con un minimo sforzo e potrà regolare il flusso gradualmente derivato garantito da una pressione residuale minima allo sbocco.

In particolare le pressioni massime residuali potranno essere:

- Fase 1: nodo PK 10 – 2.5 bar
- Fase 2: nodo T107 – 1.77 bar; nodo F043 - 3 bar; nodo
- Fase 3: nodo T22 – 6.5 bar

Una volta ottenuto il crollo della pressione, potrà essere aperta agevolmente la valvola a cuneo metallico PN 40/64 DN 300 di scarico per lo svuotamento della condotta, sia per il tronco di monte, che per quello di valle.

La condotta di scarico sarà collocata, ove possibile, ad una quota tale da scaricare la condotta a gravità nel torrente Nure, previo passaggio, ove presente, nella difesa spondale..

In caso di assenza della difesa lo sbocco della condotta verrà protetto, se richiesto, con una difesa in massi di adeguata forma e superficie.

### 5.1.3 - Derivazioni e misura di portata

Come richiesto da IREN e nelle posizioni indicate dai suoi Tecnici sono stati posizionati ai nodi:

- Fase 1: nessuna derivazione
- Fase 2: T139.8 – T21 – F074
- Fase 3: T15.2

I manufatti di derivazione presenti nelle Soluzioni B1, B2, C1, C2 , tutti con camerette di contenimento di differenti dimensioni, conterranno:

Soluzioni B1 e C1 (cameretta da 2,25 x 1,5 m):

- derivazione in ghisa DN 80 PN40/64
- valvola a fuso DN 80 PN 40/64
- misuratore di portata meccanico DN 80 PN 40/64

Soluzioni B2 e C2 (cameretta da 4.25 x 2 m)

- derivazione in ghisa DN 80 PN40/64
- valvola a fuso DN 80 PN 40/64
- misuratore di portata meccanico DN 80 PN 40/64
- 2 valvole a cuneo metallico DN 300 PN 40/64
- misuratore di portata DN 300 PN 40/64

## **6 - TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Il progetto prevede la posa delle condotte con operazioni di scavo che comporteranno l'estrazione di terre e rocce presenti nei terreni interessati.

Le terre estratte saranno sottoposte ad operazioni di vagliatura in cantiere per la separazione della frazione fine da quella più grossolana.

La frazione fine sarà impiegata per l'allettamento ed il rinfianco della condotta, mentre la parte più grossolana sarà utilizzata per il riempimento dello scavo.

Data la piccola dimensione della sezione della condotta il materiale costipato sarà interamente reimpiegato e quindi non ci sarà alcuna attività di allontanamento di esuberanti dall'alveo del torrente.

Il volume complessivo degli scavi e dei movimenti terra può essere così sintetizzato:

- PRESCAVO:

fase 1: 22.057,40 mc

fase 2: 42.676,03 mc

fase 3: 9.120,61 mc

TOT. 73.853,74 mc

- SEZIONE OBBLIGATA:

fase 1: 2.443,94 mc

fase 2: 3.524,58 mc

fase 3: 1.240,05 mc

TOT. 7.208,57 mc

Parziale tubazioni 81.062,31 mc

- DIFESE:

Fase 1: 3.003,80 mc

Fase 2: 5.664,46 mc

Fase 3: 2.058,40 mc

TOT. 10.726,66 mc

Totale generale: 91.788,97 mc