COMO ACQUA

via Borgovico, 148 - Como

RIFACIMENTO RETE ACQUEDOTTO VIA MONTALE, VIA MANZONI, VIA G. PASCOLI, VIA G. DELEDDA, VIA OTTONE DA LUCINO, VIA DON GUANELLA, VIA VARESINA, VIA LEONARDO DA VINCI, VIA GIACOMO MATTEOTTI E VIA ROMA NEL COMUNE DI MONTANO LUCINO (CO)

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

DATA
FEB 2022

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

CODICE
AML 3.01

SCALA
-

REV.
01

I progettisti

Ing. Alessandro Balbo
Ordine Ingegneri Milano - N. A22903

Ing. Giacomo Galimberti
Ordine Ingegneri Como - N. 2171A

WISE

Gruppo di lavoro

Arch. Domenico Avati
Ing. Daniele Recalcati
Ing. Roberta Romiti

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	EMISSIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	06/2022	REVISIONE CDS	GG	AB	GG
00	02/2022	PRIMA EMISSIONE	GG	AB	GG

INDICE

1 PREMESSA 3

2 DESCRIZIONE GENERALE DELLA RETE IDRICA COMUNALE 4

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO 5

3.1 Comparto di via Montale, via Manzoni, via G. Pascoli, via G. Deledda, via Ottone da Lucino, via Don Guanella e via Varesina (Lucino) 5

3.2 Comparto di via Leonardo da Vinci, via Giacomo Matteotti e via Roma (Montano) 9

3.3 Schema funzionale della rete esistente 12

4 OPERE IN PROGETTO 14

4.1 Nuova adduttrice zona est (località Lucino) 15

4.2 Nuova rete di distribuzione zona est (località Lucino) 17

4.3 Nuova rete di distribuzione zona ovest (località Montano) 19

4.4 Caratteristiche tubazioni in ghisa 20

4.5 Trivellazione orizzontale controllata 21

5 VERIFICA IDRAULICA DELLE NUOVO OPERE 24

5.1 Confronto tra condotte esistente e future di adduzione 25

5.2 Verifica della nuova rete di distribuzione 27

5.2.1 Verifica comparto est (località Lucino) 28

5.2.2 Verifica comparto ovest (località Montano) 29

6 CALCOLO DEL SISTEMA DI ANTISFILAMENTO 32

6.1 Criteri di calcolo 32

6.2 Condizioni al contorno per il caso in esame 37

6.2.1 Pressione di calcolo 37

6.2.2 Parametri del terreno 38

6.3 Risultati per le condotte 38

6.3.1 Risultati per curve 39
6.3.2 Risultati per saracinesche e TEE 40

7 CRONOPROGRAMMA 42

8 CONCLUSIONI 43

1 PREMESSA

La presente relazione illustra le opere previste nell'intervento relativo al rifacimento di parte della rete acquedottistica del Comune di Montano Lucino sito in provincia di Como.

Le opere consistono nel rifacimento di reti idriche esistenti che richiedono la completa sostituzione in quanto le condotte risultano vetuste e sottodimensionate. La situazione attuale non garantirebbe infatti il corretto apporto per le future richieste idriche.

Gli interventi permetteranno anche una prima suddivisione completa tra la condotta adduttrice e la rete di distribuzione rimuovendo parte degli stacchi che da quest'ultima parto per alimentare le varie aree del territorio comunale.

L'intervento si divide in due comparti di lavorazione situati in frazioni distinte del territorio comunale. L'intervento denominato est interesserà la via Montale, via Manzoni, via G. Pascoli, via G. Deledda, via Ottone da Lucino, via Don Guanella, via Varesina. Per tale intervento si prevede il rifacimento della rete di distribuzione e della condotta adduttrice. L'intervento denominato ovest interesserà la via Leonardo Da Vinci, via Giacomo Matteotti e via Roma prevedendo unicamente il rifacimento della rete di distribuzione.

Il presente progetto definitivo-esecutivo riprende i contenuti essenziali del progetto di fattibilità tecnica ed economica redatto per Como Acqua nel 2021.

2 DESCRIZIONE GENERALE DELLA RETE IDRICA COMUNALE

La rete acquedottistica del Comune di Montano Lucino si può suddividere in tre comparti, Lucino Bassa, Lucino Alta e Montano. Tale suddivisione viene confermata e mantenuta anche nella soluzione progettuale del presente intervento.

La rete è dotata di tre bacini di accumulo e compenso. Il serbatoio a terra denominato “Manzoni” che riceve le acque pompate da due pozzi ubicati lungo Via Montale. La portata complessiva estratta è di circa 36 [l/s]. Il serbatoio è ubicato a circa 309 [m s.l.m.] ed è costituito da due vasche di 450 [m^3] l’una, garantendo una capacità totale di 900 [m^3]. Il secondo bacino è un serbatoio pensile denominato “Fai” ubicato a quota 370 [m s.l.m.], alto circa 30 [m] e con capacità di 250 [m^3]. Il terzo, denominato “Grisonno”, è un serbatoio semi-interrato a quota 430 [m s.l.m.] con capacità 500 [m^3].

Il serbatoio “Fai” riceve le acque provenienti dal bacino “Manzoni” avviate grazie alla presenza di due pompe di rilancio. La rete che alimenta il pensile svolge anche il ruolo di distribuzione del comparto Lucino Basso. Alla base del serbatoio “Fai” è presente una stazione di rilancio che oltre, ad alimentare le reti di distribuzione di Lucino Alta e di Montano, carica, con l’esubero della rete, il serbatoio di compenso “Grisonno”. Quest’ultimo alimenta nelle ore di punta, insieme alle acque provenienti dal rilancio “Fai”, parte del comparto Montano.

Figura 2-1: Inquadramento con ubicazione impianti comunali.

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Precedentemente all'attività di progettazione, oltre ad un incontro con i tecnici dell'U.O. di Como, sono stati eseguiti una serie di sopralluoghi nelle vie interessate al fine di conoscere, preliminarmente, lo stato di fatto delle reti esistenti ed al fine di valutare eventuali criticità da un punto di vista viabilistico.

Si demanda alle successive fasi progettuali l'esecuzione dei dovuti approfondimenti topografici e rilievi di dettaglio finalizzati ad individuare l'esatta consistenza dello stato di fatto delle aree ed il reale tracciato dei sottoservizi esistenti.

3.1 Comparto di via Montale, via Manzoni, via G. Pascoli, via G. Deledda, via Ottone da Lucino, via Don Guanella e via Varesina (Lucino)

Le vie di cui al presente paragrafo appartengono alla rete di distribuzione di Lucino Bassa alimentata dalla stazione di rilancio "Manzoni".

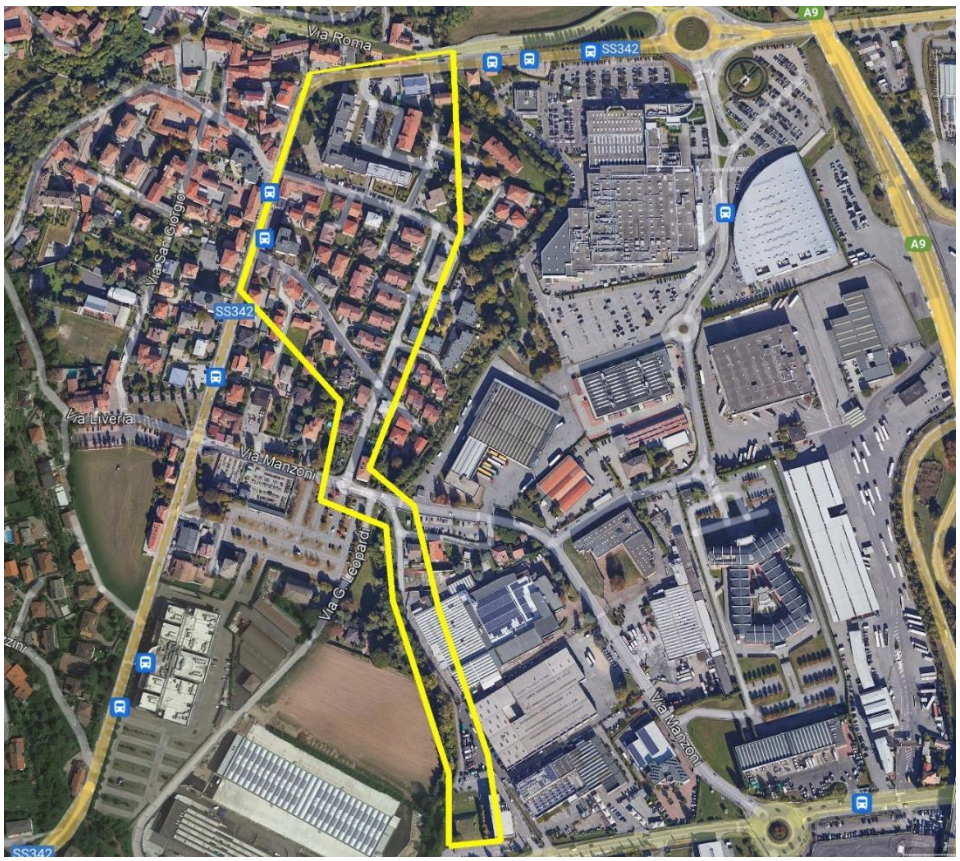


Figura 3-1: Inquadramento comparto via Montale, via Manzoni, via G. Pascoli, via G. Deledda, via Ottone da Lucino, via Don Guanella e via Varesina

Attualmente la rete acquedotto di queste vie, del tipo "misto" con tratti ad anello e tratti ramificati, risulta vetusta e, da anni, è soggetta a numerose perdite. Dalle planimetrie comunali in nostro possesso risultano presenti le seguenti tubazioni:

- Via Montale – Via Manzoni: n.1 tubazione in PEAD De250 mm che ha origine nell'impianto "Manzoni" e adduce al serbatoio "Fai";

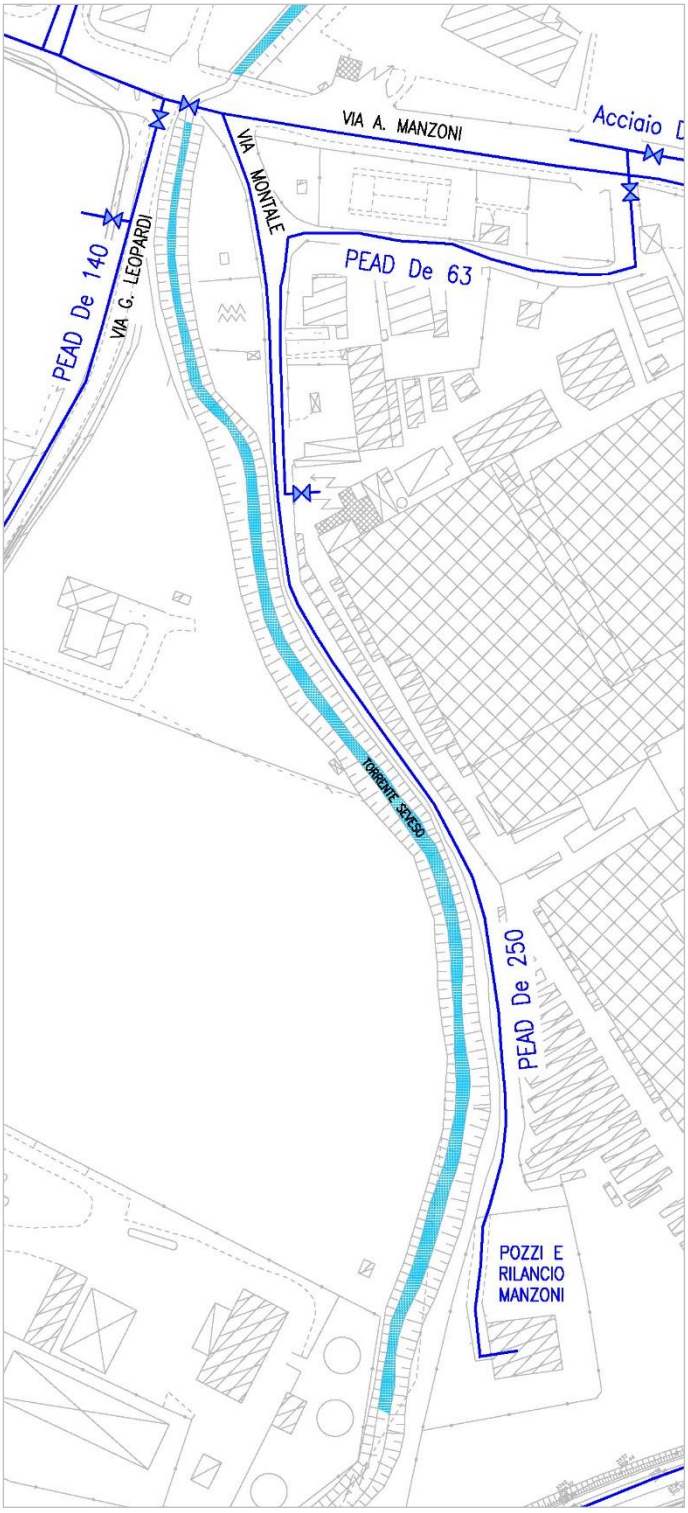


Figura 3-2: Rete acquedottistica di via Montale e via Manzoni.

- Via G. Pascoli: n.2 tubazioni, una in acciaio DN 50 mm ed una in acciaio DN 200 mm. La tubazione DN 50 mm costituisce la rete di distribuzione per le utenze, mentre la tubazione DN 200 mm,

malgrado sia interconnessa con la rete di distribuzione, assolve, principalmente, al compito di addurre acqua al serbatoio pensile “Faì”;

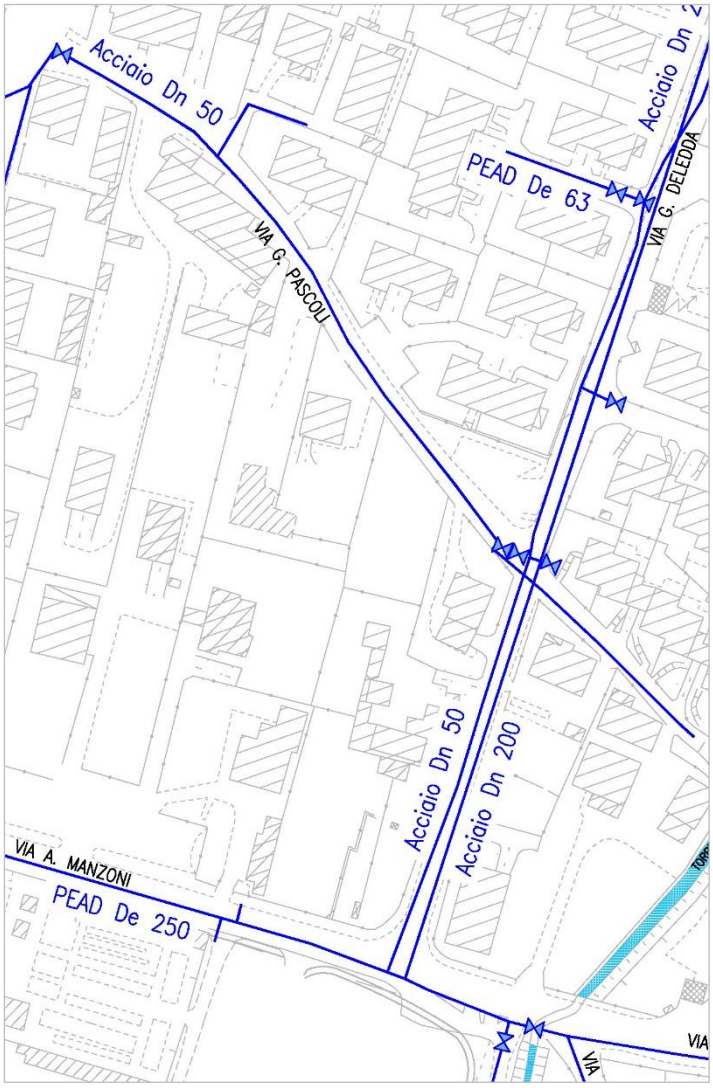


Figura 3-3: Rete acquedottistica di via Pascoli e via Manzoni.

- Via G. Deledda: n.2 tubazioni DN 50 mm e DN 200 mm in acciaio, entrambe prosecuzione di quelle di via G. Pascoli;

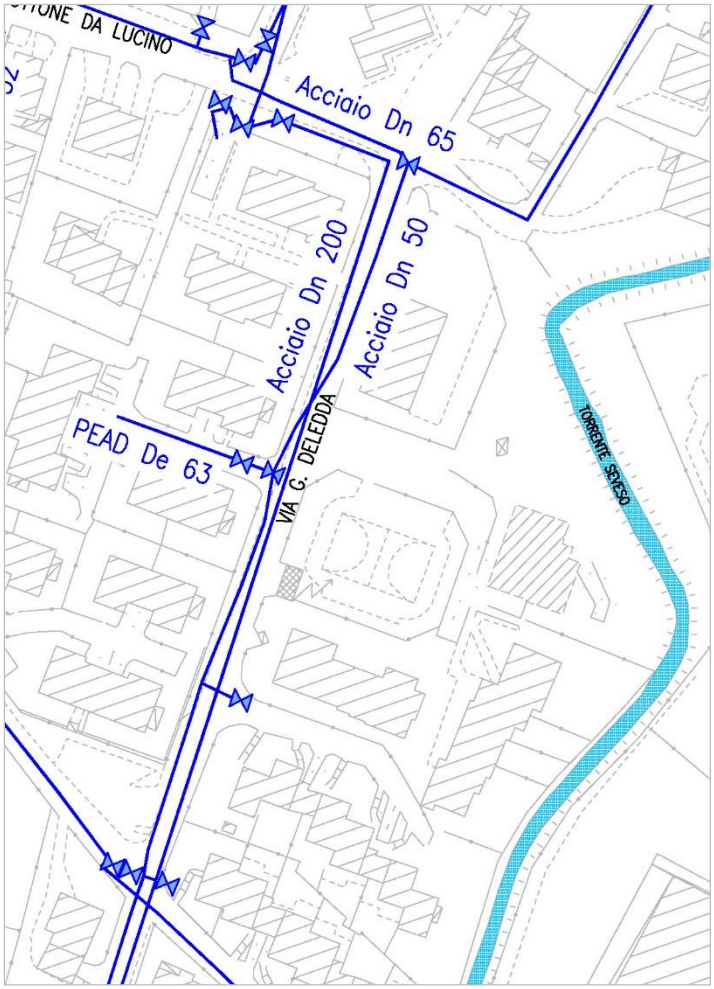


Figura 3-4: Rete acquedottistica di via G. Deledda.

- Via Ottone da Lucino: n.2 tubazioni DN 65 in acciaio e DN 200 mm in acciaio fino all'incrocio con via Don Guanella, poi prosegue solo la tubazione DN 65 mm in acciaio fino a via Varesina;

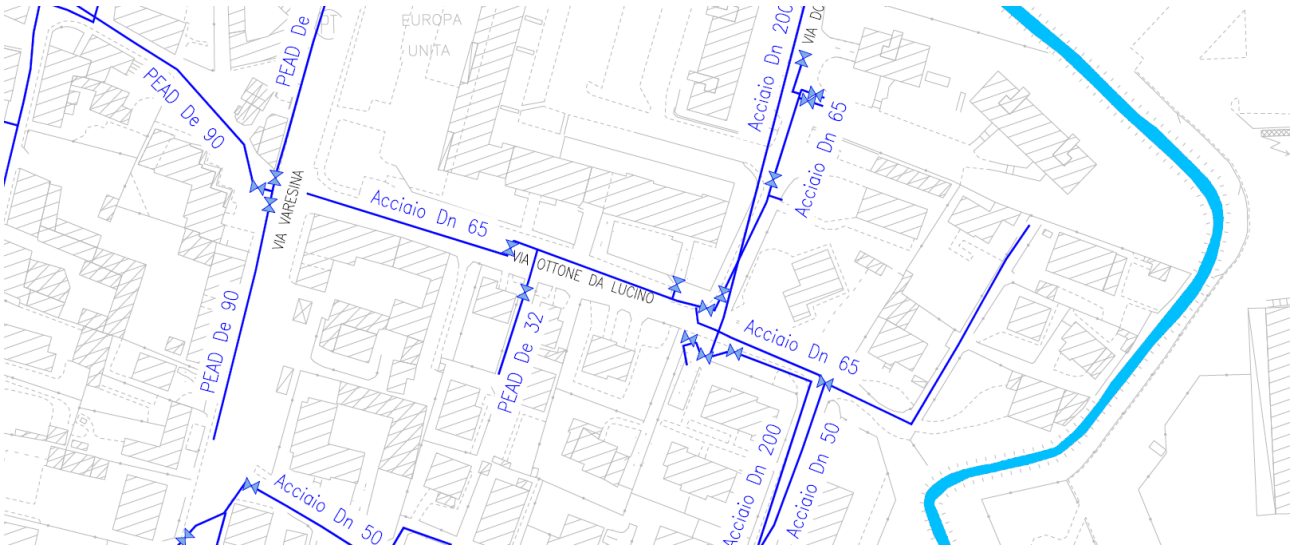


Figura 3-5: Rete acquedottistica di via Ottone da Lucino.

- Via Don Guanella - via Varesina: n.2 tubazioni in acciaio DN 65 mm e DN 200 mm. La tubazione DN 65 mm di distribuzione è¨ un ramo terminale, mentre la tubazione di adduzione DN 200 mm continua sotto proprietà private per poi attraversare la S.S. 342 via Varesina, proseguendo verso il serbatoio “Fai”;

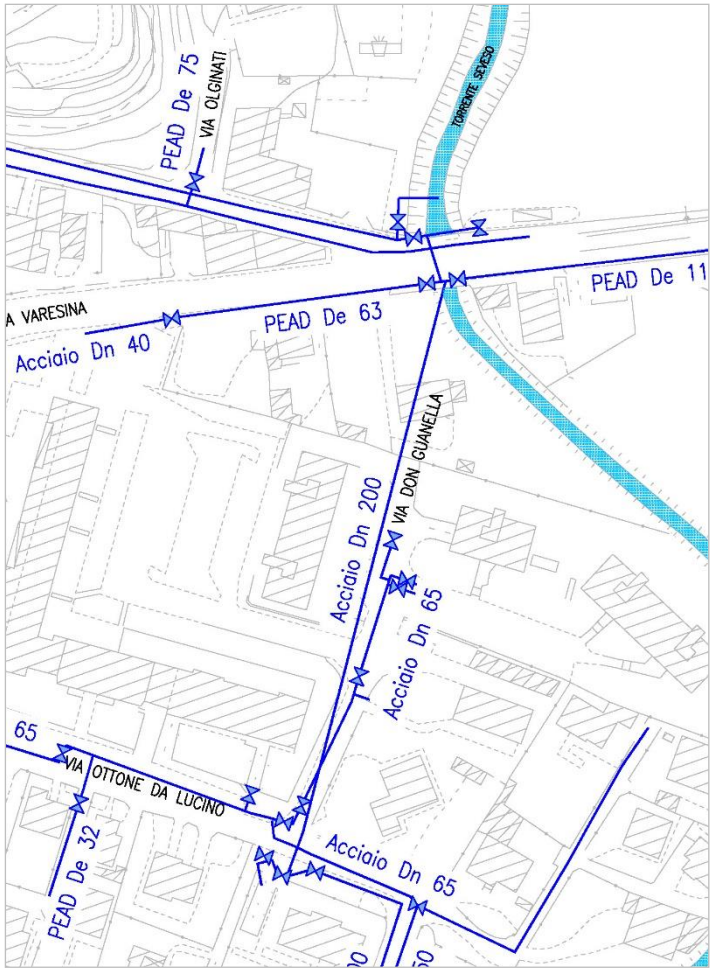


Figura 3-6: Rete acquedottistica di via Don Guanella e via Varesina.

3.2 Comparto di via Leonardo da Vinci, via Giacomo Matteotti e via Roma (Montano)

Le tubazioni analizzate nel presente paragrafo fanno parte della rete di distribuzione di Montano e risultano vetuste e sottodimensionate. Le vie interessate sono strade provinciali.

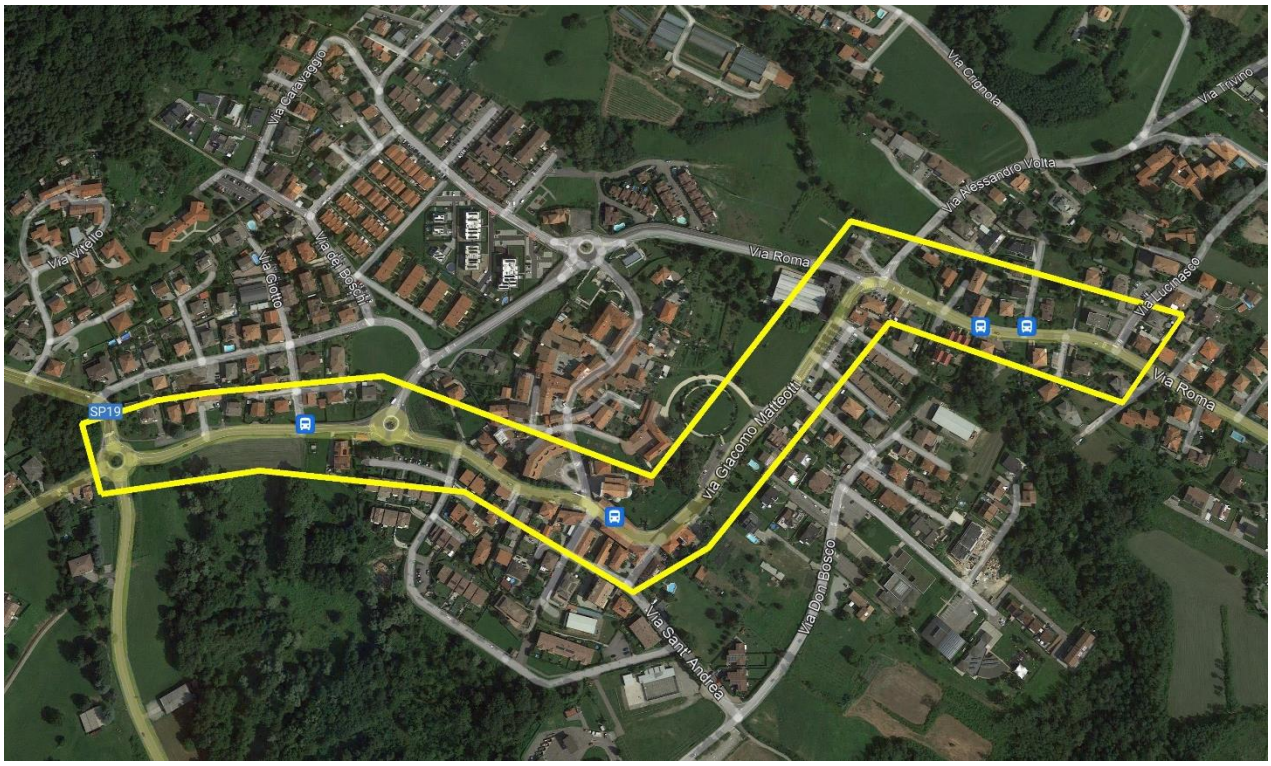


Figura 3-7: Inquadramento comparto via da Vinci, via Giacomo Matteotti e via Roma.

Dalle planimetrie comunali in nostro possesso risultano presenti le seguenti tubazioni:

- Via Leonardo da Vinci: tubazione in acciaio DN 80 mm parte di alcuni anelli della rete di distribuzione;

Figura 3-8: Rete acquedotto di via Leonardo da Vinci dalla rotatoria a via Giotto.

Figura 3-9: Rete acquedotto di via Leonardo da Vinci da via Giotto a via Matteotti.

- via Giacomo Matteotti - via Roma: tubazione DN 125 mm in acciaio, tramite la quale l'acqua, rilanciata dalla Stazione "Fai" raggiunge la rete di distribuzione di Montano ed il serbatoio "Grisonno";

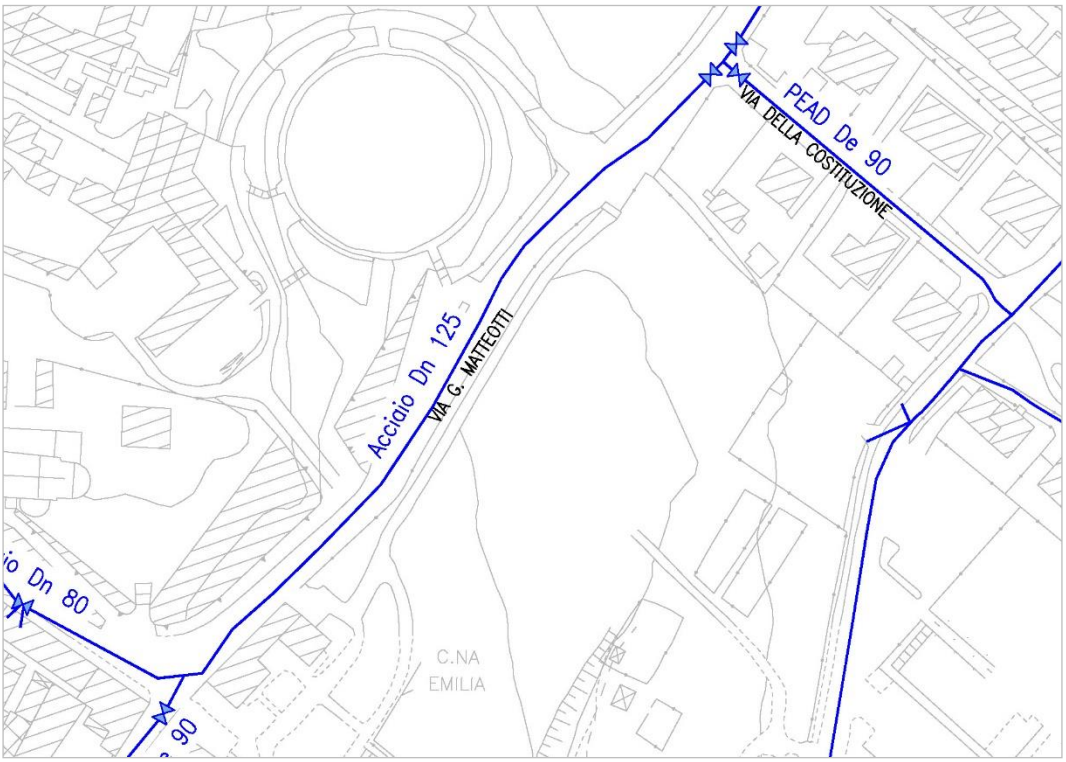


Figura 3-10: Rete acquedotto di via Matteotti da via Leonardo da Vinci a Via della Costituzione.

Figura 3-11: Rete acquedotto di via Matteotti da via della Costituzione a via Roma e di via Roma fino a via Lucinasco.

3.3 Schema funzionale della rete esistente

È stato ricostruito lo schema funzionale della rete esistente indicando la quota dei serbatoi, il volume esistente e, schematicamente, il bacino asservito.

Nella pagina a seguire si riporta lo schema nel quale si evince:

- I pozzi n.2 e n.3: il pozzo n.2 è situato all'inizio di via E. Montale, mentre il pozzo n.3 è sito all'interno dell'impianto "Manzoni" alla fine della stessa via. Entrambi i pozzi pompano l'acqua nel serbatoio a terra "Manzoni" con portata complessiva di circa 36 [l/s].
- L'impianto di rilancio "Manzoni": ubicato alla quota di circa 310 [m s.l.m.] ha una capacità di 900 [m^3] suddivisa in n.2 vasche da 450 [m^3]. Dal "Manzoni", tramite n.2 pompe di rilancio, vengono alimentati sia la rete di distribuzione di Lucino Bassa sia il serbatoio pensile "Fai".
- Il serbatoio "Fai": ubicato ad una quota di circa 370 [m s.l.m.] e alto circa 30 [m] ha una capacità di 250 [m^3]. Alla base del serbatoio è presente la stazione di rilancio detta "Stazione Fai" che, oltre ad alimentare le reti di distribuzione di Lucino Alta e di Montano, carica, con l'esubero della rete, il serbatoio di compenso "Grisonno".
- Il serbatoio "Grisonno": è un serbatoio seminterrato dal volume complessivo di 500 [m3], posto a circa 430 [m s.l.m.], che alimenta, nelle ore di punta, insieme alla "Stazione Fai", parte di Montano.

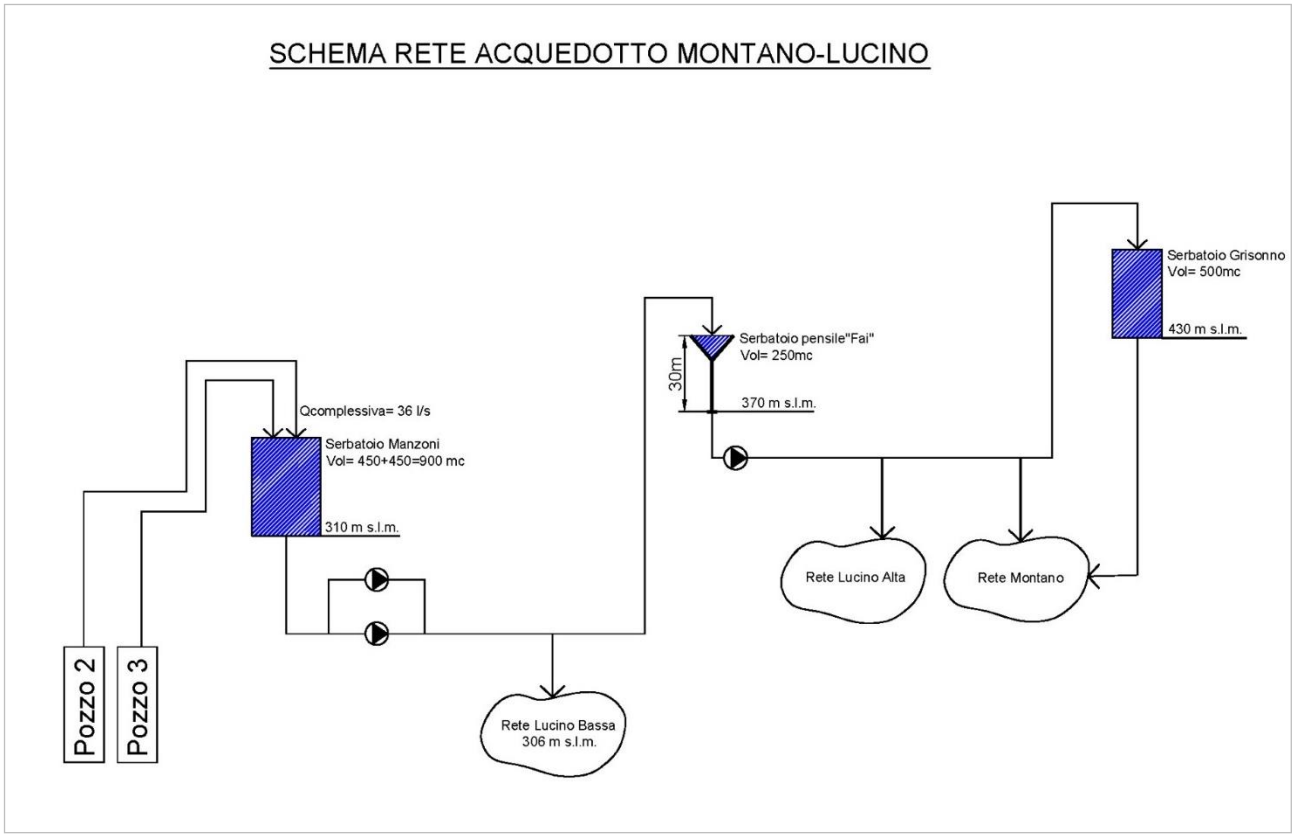


Figura 3-12: Schema funzionale attuale della rete acquedotto.

4 OPERE IN PROGETTO

Nel seguente capitolo vengono descritte le soluzioni progettuali per le diverse vie interessate dall'intervento. L'obiettivo principale è quello di razionalizzare la rete acquedottistica comunale predisponendo la separazione delle reti di distribuzione e di adduzione.

Questo consente di ottenere una configurazione acquedottistica ottimale con una condotta adduttrice che, tramite il pompaggio delle acque, alimenta unicamente i serbatoi di accumulo e compenso ed una rete di distribuzione che fornisce gli adeguati fabbisogni alle utenze.

Lo schema ideale per l'esigenza in questione è il seguente:

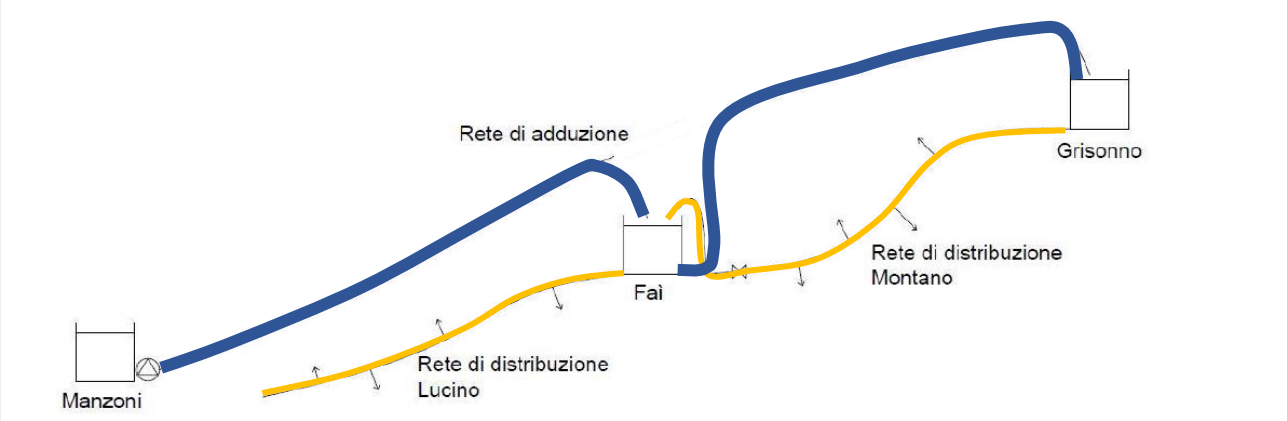


Figura 4-1: Schema ideale e di futura configurazione per la rete acquedottistica di Montano Lucino.

Lo schema ideale futuro prevede di alimentare il serbatoio "Fai" e "Grisonno" tramite un linea di adduzione indipendente. Le acque vengono pompate dal serbatoio "Manzoni" al "Fai" e da quest'ultimo, ancora tramite pompaggio, al bacino "Grisonno".

La distribuzione in rete per il comparto di Lucino avverrà con le acque accumulate all'interno del serbatoio pensile "Fai" mentre il serbatoio "Grisonno" alimenterà la frazione Montano. Questa risulta la soluzione ottimale per la gestione della rete acquedottistica del Comune Montano-Lucino.

È importante osservare che, per gli interventi in progetto, non si realizzerà la soluzione finale ma una prima separazione tra la linea di adduzione e quella di distribuzione.

Per il comparto di Lucino Basso si introdurrà una nuova condotta in ghisa DN250 che garantirà la futura adduzione e si prevedrà il rifacimento di linee di distribuzione vetuste e sottodimensionate. Per il comparto in località Montano verrà sostituita parte della rete, anch'essa vecchia e sottodimensionate, con una nuova tubazione in PEAD DE160.

Queste soluzioni, anche se non corrisponde a quella finale, ottimizzeranno la distribuzione migliorandone le velocità nelle condotte e minimizzando le perdite di carico, si faciliteranno le future manutenzioni e consentirà una maggiore fruibilità del servizio anche in condizioni critiche dovute a dissesti.

4.1 Nuova adduttrice zona est (località Lucino)

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova condotta adduttrice idrica che partirà dal serbatoio "Manzoni" fino a raccordarsi con la condotta esistente in acciaio DN150 in Via Roma.

La nuova tubazione avrà uno sviluppo di circa 930 [m] e sarà principalmente in ghisa DN250 (circa 905 [m]) tranne per il tratto a cavallo dell'attraversamento del Fiume Seveso, da realizzarsi con condotta in PEAD DE280 (circa 25 [m]). Il tracciato della nuova condotta partirà dal serbatoio "Manzoni" dove, esternamente ad esso, si prevedrà la realizzazione di una nuova cameretta denominata 1.A. Tale pozzetto permetterà il collegamento con la condotta esistente e, all'interno di esso, verrà posizionata una valvola di scarico. Attraversata l'area a verde esterna al bacino, la condotta in ghisa DN250 proseguirà lungo la via Montano fino all'intersezione con la via G. Ungaretti dove si collocherà una seconda cameretta 1.B. In corrispondenza di tale manufatto avverrà una connessione con la rete acquedottistica esistente gestita da una saracinesca. La valvola rimarrà aperta durante l'esercizio futuro. Questa necessità è obbligatoria per consentire l'alimentazione del comparto situato in sponda sinistra del Fiume Seveso ma si potrà prevedere la sua chiusura una volta adeguata la rete di distribuzione (non prevista in questo affidamento). Dalla cameretta 1.B la condotta proseguirà in PEAD PE100 RC SDR11 DE280 percorrendo l'area verde adiacente al "Pozzo 2" e attraversando il Fiume Seveso con apposito manufatto. In particolare si realizzeranno due basamenti a trave rovescia, uno per sponda, dove verrà appoggiato ed ancorato un tubo camicia in acciaio DN500 autoportante nel quale verrà infilato la condotta in PEAD. Sulla tubazione, in sponda sinistra del corso d'acqua, si posizionerà uno sfiato a triplice funzione per garantire l'emissione dell'aria accumulata. Una volta oltrepassato il fiume la condotta proseguirà in PEAD e, attraversando la via Manzoni subito dopo il passaggio del Seveso, giungerà alla cameretta 1.C. Questo tratto avrà un affondamento di circa 2.4 [m] per consentire il sottopasso di diversi sottoservizi sia esistenti che di futura realizzazione. In corrispondenza della cameretta si prevede una interconnessione tra la condotta adduttrice con la rete di distribuzione. Questa soluzione garantisce un possibile bypass in caso d'emergenza. Sempre nel medesimo pozzetto, essendo un punto di minimo, è previsto l'alloggiamento di una valvola di scarico DN80 che permetterà lo svuotamento della condotta. È inoltre qui previsto il cambio di materiale, con ritorno alla ghisa DN250. Dalla cameretta 1.C la tubazione si avvierà lungo via Pascoli, inizialmente a profondità di circa 2.5 [m] e aumentando di quota una volta oltrepassate le interferenze. La tubazione percorrerà l'intera via rimanendo lungo la fascia libera ad ovest delle condotte del metano. In corrispondenza dell'inizio di via Deledda la tubazione devierà sul lato stradale opposto (lato est) percorrendo la strada fino al suo termine dove verrà realizzata la cameretta 1.D nella quale si posizionerà uno scarico DN100. La tubazione proseguirà, deviando verso est, proseguendo per un tratto di via Ottone da Lucino e svoltando nuovamente verso nord lungo Via Don Guanella. Dopo circa 55 [m] la tubazione imboccherà via Piazza Europa Unita percorrendola e, grazie ad a due curve a 90°, giungerà sulla strada statale SS342 (via Varesina). La nuova condotta rimarrà sul lato sud della strada statale per circa 70 [m] e, prima di intersecare il Fiume Seveso, volterà in direzione nord fino ad allacciarsi alla rete esistente di via Roma dove verrà realizzata la cameretta 1.E. All'interno di tale pozzetto si realizzerà una seconda connessione con la rete di distribuzione nonché il posizionamento di una saracinesca DN250 che potrà essere utilizzata momentaneamente per lo scarico ma che potrà essere utilizzata per allacciare la futura condotta adduttrice che proseguirà verso Via Roma.

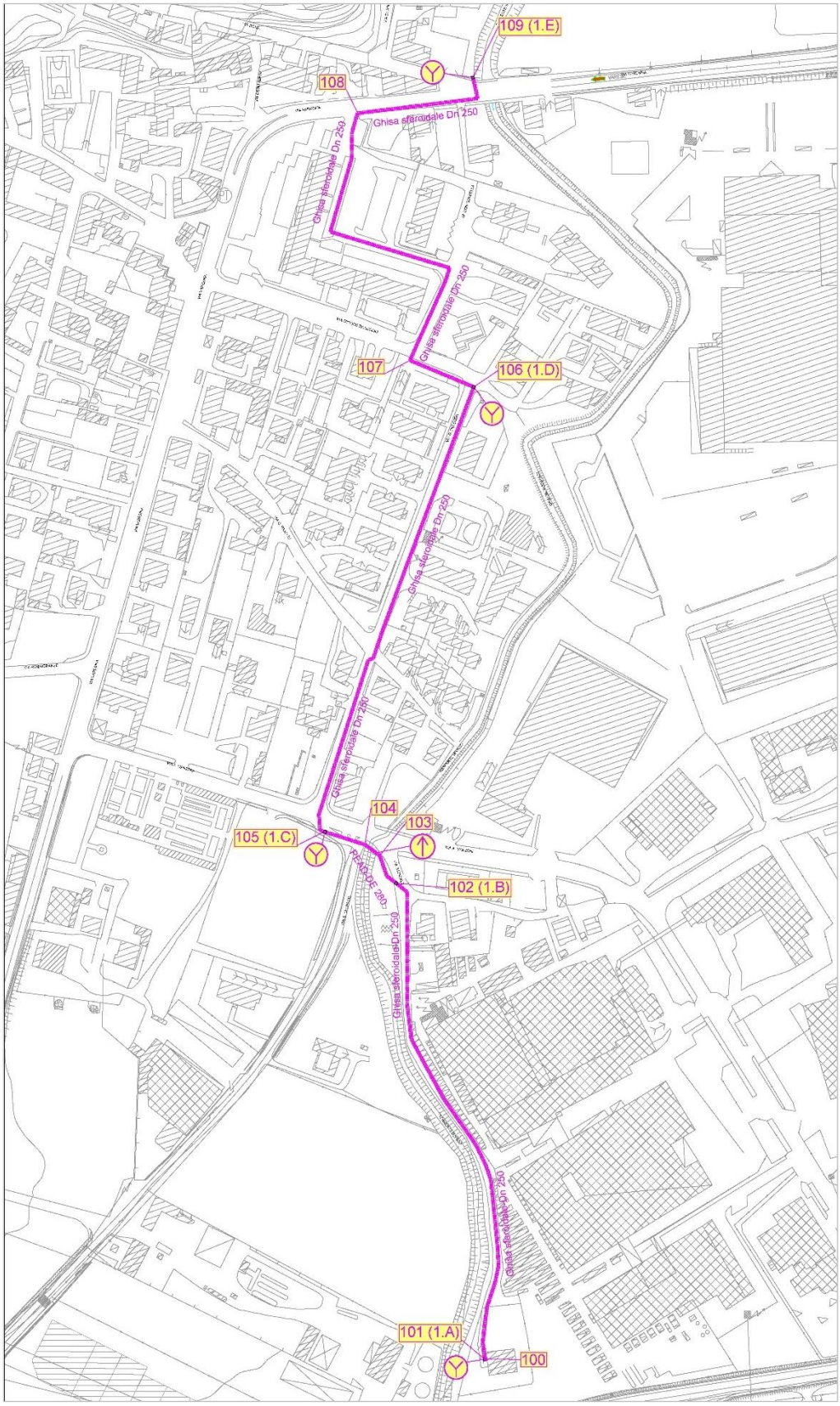

109 (1.E)
108
Ghisa sferoidale Dn 250
Ghisa sferoidale Dn 250
Ghisa sferoidale Dn 250
107
106 (1.D)
Ghisa sferoidale Dn 250
Ghisa sferoidale Dn 250
104
103
105 (1.C)
102 (1.B)
Ghisa sferoidale Dn 250
Ghisa sferoidale Dn 250
101 (1.A)
100

Figura 4-2: Nuova linea adduttrice – Lucino Basso.

4.2 Nuova rete di distribuzione zona est (località Lucino)

La rete di distribuzione in progetto alimenterà diverse vie di Lucino Bassa. In particolare si diramerà lungo via Manzoni, via Pascoli, via Deledda, via Ottone da Lucino, via Don Guanella, via Piazza Europa Unita e, in due tratti differenti, via Varesina (SS342). La rete sarà caratterizzata da tubazioni in PEAD con diversi diametri in progetto: DE180, DE160 e DE 125. L'opera in progetto è necessaria in quanto le condotte esistenti risultano vetuste e sottodimensionate per la distribuzione idrica attuale.

In corrispondenza dell'incrocio tra via Manzoni e via Pascoli si allaccerà la nuova rete con quella esistente tramite l'inserimento di saracinesche sottosuolo che garantiranno il sezionamento della tubazione ma al tempo stesso, grazie al collegamento con la cameretta 1.C, si effettuerà l'interconnessione con la condotta adduttrice. La rete proseguirà lungo via Pascoli parallelamente alla condotta adduttrice con una tubazione DE160 in PEAD fino all'intersezione con via Deledda al nodo 201. In tale punto si sezionerà la rete con l'introduzione di saracinesche lungo le varie diramazioni.

Proseguendo lungo via Pascoli si poserà una condotta in PEAD DE 125 che giungerà fino all'intersezione con via Varesina dove si collegherà con la rete esistente (direzione sud). In direzione opposta (direzione nord) si realizzerà una nuova linea, sempre in PEAD DE125, che rimarrà inizialmente nell'area adibita a fermata dell'autobus e devierà successivamente lungo la careggiata della statale fino all'incrocio con Via Ottone da Lucino al nodo 205.

Analizzando nuovamente le diramazioni del nodo 201 si realizzerà un tratto di rete di circa 15 [m] in PEAD DE125 lungo via Deledda in direzione est mentre in direzione nord si poserà una condotta in PEAD DE160. La tubazione DE125 si collegherà con la rete esistente mentre la condotto DE160 proseguirà, parallelamente all'adduttrice lungo la via fino all'intersezione con via Ottone da Lucino. In corrispondenza di tale punto si allaccerà con la rete esistente e verrà realizzata una nuova tubazione in direzione ovest sempre in PEAD DE160.

La tubazione proseguirà lungo tutta la via fino a collegarsi con la nuova condotta, indicata precedentemente, al nodo 205 chiudendo la maglia della rete di distribuzione.

Lungo la via Ottone da Lucino, a circa 10 m dalla strada statale, verrà posizionato un pozzetto con alloggiato uno sfiato a triplice funzione mentre in corrispondenza della via Don Guanella si sezionerà la condotto con l'introduzione di saracinesche lungo le varie diramazioni. Una diramazione proseguirà lungo via Don Guanella con una tubazione in PEAD DE180 ripercorrendo il tracciato dell'adduttrice. Tale condotta, in corrispondenza dell'intersezione con via Piazza Europa Unita, si ramificherà, una condotta in PEAD DE125 proseguirà per circa 20 [m] in direzione nord mentre la condotta principale seguirà la via Piazza Europa Unita fino a raggiungere via Varesina. Qui si diramerà ulteriormente in quanto la condotta in PEAD DE180 proseguirà in direzione est fino a collegarsi alla cameretta 1.D di interconnessione mentre un condotto PEAD DE125 proseguirà in direzione ovest per circa 20 [m] per alimentare le utenze presenti.

La scelta di prevedere una tubazione in PEAD DE180 nella prima tratta di distribuzione nasce dall'esigenza di avere una tubazione in grado di gestire, in futuro, tutte le portate in arrivo al comparto di

“Lucino Basso”. Sono infatti presenti altre connessioni (come quella tra via Roma e via degli Alpini) che risultano non idonee all’approvvigionamenti di aree urbane di elevata superficie e densità abitativa.

In previsione futura queste connessioni dovranno essere adeguate o dismesse e l’introduzione della tubazione in PEAD DE180 garantirà una distribuzione corretta della risorsa a tutto il comparto.

Nel caso di dismissione di tali connessioni si dovrà prevedere il collegamento tra la via Ottone da Lucino con la via I Maggio e, per tale motivo, si è deciso di prevedere una tubazione in PEAD DE160 dalla via Ottone da Lucino fino alla SS342 in modo tale che si possa collegare tale tubazione alla restante parte della rete di “Lucino Basso”.

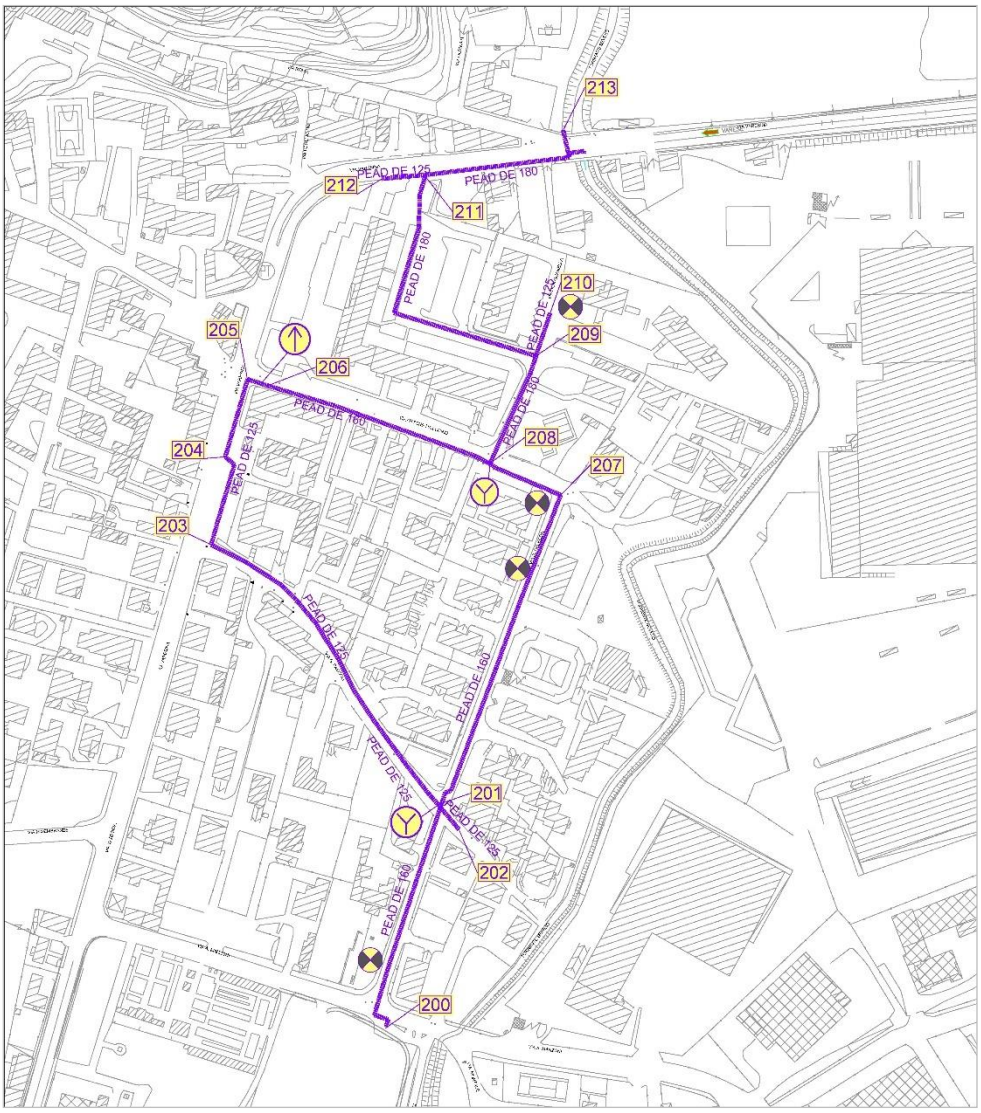


Figura 4-3: Nuova rete di distribuzione – Lucino Basso.

Lungo la nuova rete di distribuzione verranno posizionati 4 nuovi idranti soprasuolo in sostituzione di quelli esistenti mentre verranno rifatti completamente gli allacci alle utenze private. A questo proposito nel caso in cui venga accertato che alcune utenze siano provviste di contatori posti internamente alle proprietà private, contestualmente ai lavori, le stesse utenze saranno invitate ad eseguire l’adeguamento

della presa, consistente nello spostamento del contatore in una nicchia o pozzetto situati al limite della pubblica proprietà. In caso di impedimenti che non consentano lo spostamento del contatore all'esterno, dovrà, comunque, essere previsto idoneo pozzetto con posizionamento di valvola di chiusura sulla tubazione di allaccio.

4.3 Nuova rete di distribuzione zona ovest (località Montano)

La rete di distribuzione in progetto alimenterà diverse vie della frazione Montano. In particolare, si diramerà lungo via Roma, via Matteotti e via da Vinci. La rete sarà realizzata da un'unica tipologia di tubazione: il PEAD DE160.

La nuova condotto partirà dall'incrocio tra via Roma e via Lucinasco dove si prevede la realizzazione di una cameretta denominata 2.A. Tale manufatto consentirà, grazie all'introduzione di saracinesche, il collegamento con la diramazione a nord in PEAD DE90 e con la rete esistente da dismettere in acciaio DN125. La condotta percorrerà via Roma in direzione ovest rimanendo sul lato sud. In corrispondenza dell'intersezione con via Puccini si prevede di realizzare un innesto con l'introduzione di una saracinesca che consentirà anche il sezionamento del tratto. Dopo circa 170 [m] dall'inizio dell'intervento, si prevede di posizionare, al nodo 302, una serie di saracinesche sottosuolo che consentiranno di collegare la nuova rete con una diramazione in direzione nord. La tubazione PEAD DE160 proseguirà verso l'intersezione con via Volta, superando un corso d'acqua intubato grazie ad un attraversamento aereo. In corrispondenza dell'incrocio verrà effettuato un allacciamento con la condotta in PVC DE110 al nodo 303. La nuova tubazione proseguirà verso via Matteotti incrociando un innesto e raggiungendo l'incrocio con via della Costituzione dove verrà realizzata una cameretta denominata 2.B. Questo manufatto permetterà di collegare la nuova condotta con la diramazione in PEAD DE90 e con la rete esistente da dismettere in acciaio DN125. Proseguendo in direzione sud-ovest, sempre con un tubo in PEAD DE160, si raggiungerà il nodo 306 in corrispondenza dell'incrocio con via Sant'Andrea. Anche per tale situazione verrà previsto un innesto alla rete esistente.

La tubazione devierà in direzione nord-ovest proseguendo lungo via da Vinci fino all'intersezione con via Garibaldi dove verrà realizzata la cameretta 2.C. Tala manufatto consentirà di innestare la nuova tubazione con le diramazioni di via Garibaldi in PEAD DE125 e di via IV Novembre in PEAD DE90 nonché connettere la tubazione esistente in acciaio DN80 da dismettere. Il tracciato in progetto prevede di rimanere lungo via Leonardo da Vinci sul lato sud effettuando diversi innesti a varie diramazioni lungo la via Modigliani, via Giotto. È importante osservare che a ovest della rotatoria di via Giotto è presente un corso d'acqua intubato che verrà attraversato in carreggiata. Dal nodo 310 la rete proseguirà fino alla rotatoria sulla SP19 dove verrà realizzata una cameretta denominata 2.D. In corrispondenza di tale manufatto si realizzeranno gli innesti delle tubazioni in arrivo da via Casarico e dalla stessa SP19 mantenendo le saracinesche esistenti ed aggiungendone lungo la nuova tratta e lungo la rete in acciaio DN80 da dismettere.

Lungo la nuova rete di distribuzione verranno rifatti completamente gli allacci alle utenze private. Nel caso in cui venga accertato che alcune utenze siano provviste di contatori posti internamente alle proprietà private, contestualmente ai lavori, le stesse utenze saranno invitate ad eseguire l'adeguamento

della presa, consistente nello spostamento del contatore in una nicchia o pozzetto situati al limite della pubblica proprietà. In caso di impedimenti che non consentano lo spostamento del contatore all'esterno, dovrà, comunque, essere previsto idoneo pozzetto con posizionamento di valvola di chiusura sulla tubazione di allaccio.

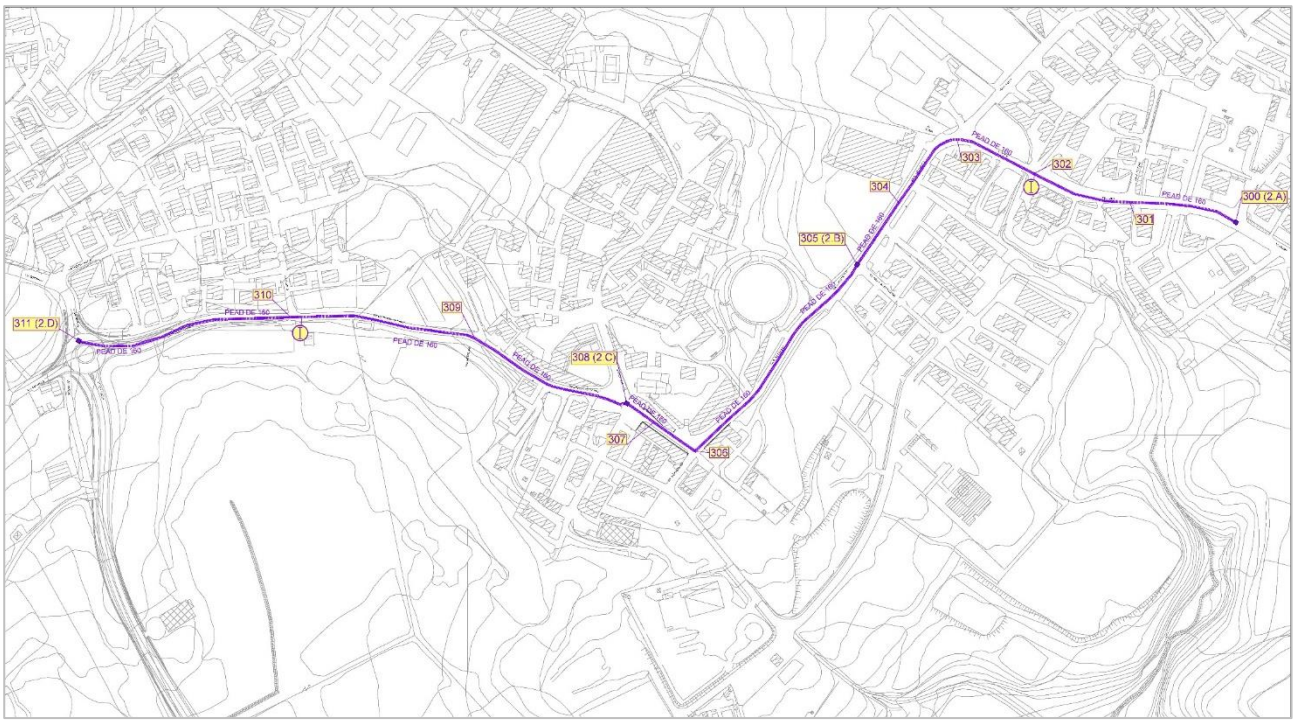


Figura 4-4: Nuova rete di distribuzione – Montano.

4.4 Caratteristiche tubazioni in ghisa

In merito all'intervento in progetto sarà utilizzata una tubazione in ghisa DN250 per la realizzazione della condotta adduttrice nel comparto di "Lucino Basso".

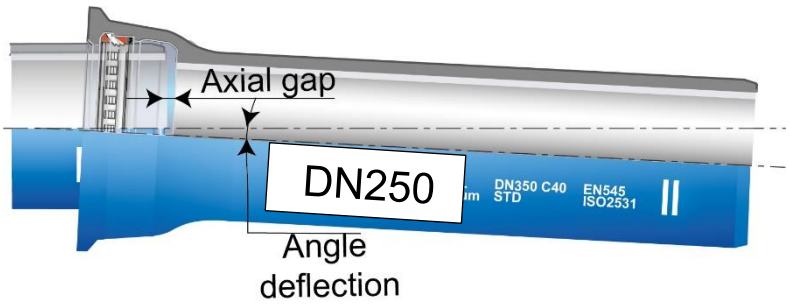
Si prevede in particolare l'utilizzo su tutta la tratta di tubazione con le seguenti caratteristiche:

- Carico unitario di rottura a trazione >420 MPa;
- Allungamento minimo a rottura >10%;
- Durezza Brinell < 230HB.

Le tubazioni saranno rivestite esternamente mediante una lega di zinco – alluminio o zinco –allumio-rame di massa minima pari a 400 g/m^2 e con successiva vernice di finitura, esente da bisfenoli, secondo quanto indicato nella norma EN 545:2010. Rivestimento interno con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione secondo quanto previsto nella EN 545:2010.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero a profilo divergente conforme alla norma EN 681-1, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Il trasferimento degli sforzi assiali atti a realizzare il dispositivo antisfilamento sarà ottenuto mediante inserti metallici annegati nella guarnizione, che aderiscono sull'estremità liscia del tubo e vi si ancorano per attrito quando la condotta è messa in pressione.

DN	Classe di Pressione	PFA [bar]	Deviazione Angolare minima [°]	Lunghezza Utile minima [m]
250	C40	16	4	6,00



4.5 Trivellazione orizzontale controllata

Per l'attraversamento della rotatoria tra via Leonardo da Vinci e via dei Boschi si prevede l'utilizzo di una trivellazione orizzontale controllata per una lunghezza di 60 m.

Questa metodologia permette di evitare l'esecuzione di scavi a cielo aperto consentendo la posa delle tubazioni senza manomissioni del manto superficiale della careggiata e limitando le ripercussioni sulla viabilità.

Il tracciato relativo a questo intervento partirà dalla cameretta 309', ubicata lungo via L. da Vinci ad est della rotatoria, e giungerà sul lato opposto, sempre lungo via L. da Vinci. Il percorso della trivellazione è schematizzato nella Figura 5.

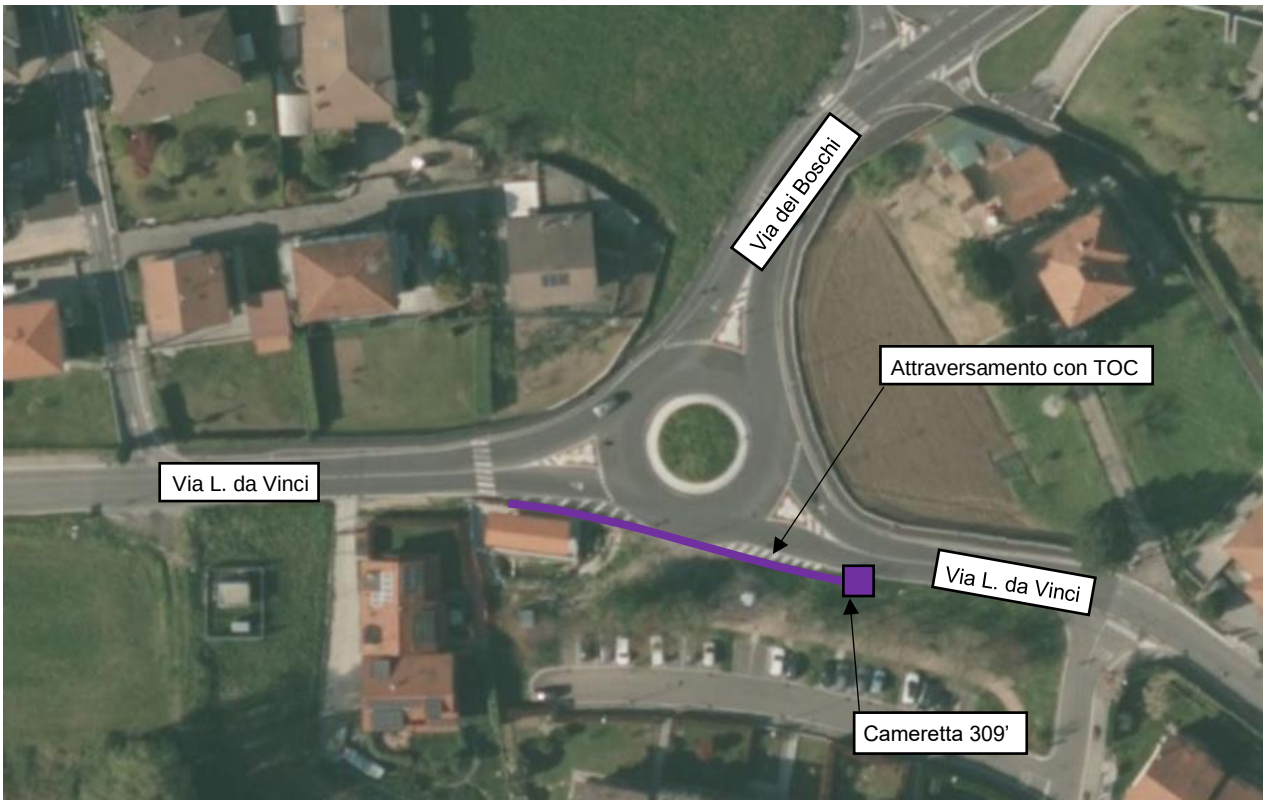


Figura 5 – Attraversamento con TOC lungo via L. da Vinci.

La necessità di effettuare questa tipologia d'intervento è dettata dalla presenza di diversi sottoservizi ubicati lungo questa fascia stradale. In particolare vi è la presenza di un canale intubato che sbocca a sud della rotatoria tramite 2 tubazioni DN630 a profondità di 1.60 m come si può osservare dalla Figura 6.

In quest'area vi è anche la presenza di una condotta delle acque nere ad una profondità di circa 2m e la rete della acque bianche.

La trivellazione orizzontale controllata raggiungerà una profondità di 2.80 m garantendo il sottopassaggio delle tubazione interferenti. Per raggiungere la quota di progetto (368.18 m s.l.m.) si dovrà imporre una raggio di curvatura pari a 80 sia alla tratta di partenza che di arrivo. La lunghezza del raccordo risulta di circa 21.50 m per la tratta ad est e di circa 24.00 m per quella ad ovest mentre la parte orizzontale è di circa 14.50 m.

L'attraversamento avverrà con la posa di una condotta di protezione (tubo camicia) di diametro DE250 in PEAD PE100-RC PN10 (SDR17). La tubazione da infilare sarà in PEAD DE160 PE100-RC PN16 (SDR10). Questo abbinamento garantisce una adeguata protezione alla condotta acquedottistica in pressione.

La distanza tra il tubo camicia di protezione e i diversi sottoservizi è maggiore di 50 cm garantendo un adeguato franco di sicurezza.

Si ritiene che la soluzione progettuale sia quella di minimo impatto non solo dal punto di vista cantieristico ma anche per il reticolo minore interessato dall'attraversamento.

Figura 6 – Vista dello sbocco del canale intubato a sud della rotatoria.

5 VERIFICA IDRAULICA DELLE NUOVO OPERE

La rete di distribuzione comunale si presenta come una rete molto complessa di tipo misto (costituita da più maglie e da appendici ramificate) che, al fine dei calcoli idrauliche, viene solitamente schematizza come insieme di due elementi: nodi e rami. I primi sono gli elementi che schematizzano i prelievi delle utenze: ad ogni nodo competono, quindi, i consumi delle utenze più prossime agli stessi; i secondi, invece, simulano le tubazioni lungo le quali si sviluppano le perdite di carico piezometrico che influenzano le portate convogliate e le velocità dell'acqua. Le equazioni che governano la circolazione delle portate nelle diverse tubazioni dell'acquedotto sono:

- Equazione di continuità ai nodi:

$$\sum_i \pm q_i \pm Q = 0 \qquad (1)$$

In cui *i* è l'indice dei rami che confluiscono nel nodo, qi sono le portate (incognite) che entrano od escono dal nodo attraverso i rami ad esso convergenti, Q è la portata (nota) o entrante nel nodo da alimentazioni esterne o uscente da esso verso l'esterno (utenza). Il segno dipende dalla convenzione adottata (per esempio, positive le portate entranti nel nodo);

- Equazione del moto:

$$\Delta H_{ij} = H_i - H_j = r_{ij} \cdot q_{ij}^{\alpha} \qquad (2)$$

In cui α tipicamente assume un valore pari a 2 ed r_{ij} è un parametro che comprende tutti i termini dipendenti dalla geometria della condotta tra il nodo *i*-esimo e quello *j*-esimo e che è pari a

$$r_{ij} = k_{ij} \cdot \frac{L_{ij}}{D_{ij}^{\delta}} \qquad (3)$$

Con k_{ij} e δ che dipendono dalla formula di resistenza utilizzata.

- Equazione alle maglie:

$$\sum_i \pm r_i \cdot q_i^{\alpha} \qquad (4)$$

In cui il segno degli addendi dipende dalla concordanza (+) o discordanza (-) del verso della portata lungo il ramo con il senso prescelto per percorrere la maglia.

Per il presente progetto si è deciso di effettuare una verifica idraulica semplificata della condotta di adduzione andando a stimare, in condizioni cautelativamente estreme, le velocità e, conseguentemente, le perdite di carico e verificando che queste abbiano un valore ritenuto accettabile (compreso tra 0,5 [m/s] e 2 [m/s]).

La verifica è stata effettuata con riferimento alle portate medie del giorno di massimo consumo, attuali e future. A quest'ultimo proposito, analizzando i dati demografici desunti da Istat e dal P.G.T. del comune, è

stata stimata la popolazione fra 50 anni, pari a 7.000 abitanti (al 31/11/2020 la popolazione residente era di 5.302). I contributi della popolazione stabile non residente e della popolazione fluttuante senza pernottamento sono stati trascurati, mentre il contributo della popolazione fluttuante con pernottamento è stato valutato con riferimento al dato di 472 posti letto desunto dal Piano d'Ambito della Provincia di Como. Considerando una dotazione di 350 l/(ab x giorno) per la popolazione residente ed una dotazione di 200 l/(ab x giorno) per quella fluttuante con pernottamento risulta, per l'intero comune, una portata media del giorno di massimo consumo futura pari a 44,3 [l/s]. In questa sede si è ipotizzato, successivamente, che il fabbisogno della frazione di Montano sia circa il 40 % del fabbisogno totale, pari, dunque, a 18 [l/s] (corrispondente alla portata futura erogata dall'impianto di rilancio "Faì").

Di seguito il riepilogo delle portate di progetto.

	$Q_{g,max}$ presente [l/s]	$Q_{g,max}$ futura [l/s]
Portata massima "Manzoni" – "Fai"	25.0	44.3
Portata massima "Fai" – "Grisonno"	15.0	18.0

Tabella 5-1: Confronto tra portate esistenti e di progetto.

5.1 Confronto tra condotte esistente e future di adduzione

Nel seguente paragrafo viene effettuato un confronto tra la situazione attuale con quella futura per la condotta adduttrice. In particolare vengono analizzati i parametri fondamentali all'interno della rete acquedottistica quali la velocità di scorrimento e la cadente piezometrica.

Per la situazione in progetto la tubazione è in ghisa DN250 mentre per la situazione esistente si hanno due diverse tubazioni, inizialmente una condotta in PEAD DE250 e poi una in acciaio DN200.

L'analisi viene effettuata considerando che transiti la portata media del giorno di massimo consumo tenendo conto delle previsione future Tale portata, come indicato nel paragrafo precedente, corrisponde a 44.3 l/s.

TRATTA	TUBAZIONE		LUNGH.	PORTATA	VELOCITÀ	PERDITE DISTRIBUITE
	MATERIALE	DIAMETRO				
-	-	[mm]	[m]	[l/s]	[m/s]	[m]
ADDUTTRICE PROGETTO						
101-102_NEW	GHISA	250	290.00	44.30	0.90	1.23
102-105_NEW	GHISA	250	61.00	44.30	0.90	0.26
105-106_NEW	GHISA	250	264.00	44.30	0.90	1.12
106-110_NEW	GHISA	250	317.00	44.30	0.90	1.34
					TOTALE	**3.95**

ADDUTTRICE ESISTENTE						
101-102_OLD	PEAD_PN16	250	290.00	44.30	1.35	2.27
102-105_OLD	PEAD_PN16	250	64.00	44.30	1.35	0.50
105-106_OLD	ACCIAIO	200	264.00	44.30	1.41	2.50
106-110_OLD	ACCIAIO	200	208.00	44.30	1.41	1.97
					TOTALE	**7.24**

Tabella 5-2: Parametri di confronto tra condotta esistente e di progetto con portate future.

Dalle analisi effettuate emerge come l'introduzione della condotta di adduzione in ghisa DN250 permette una riduzione globale delle perdite di carico e determinando un abbassamento, per il comparto di Lucino Basso, di: 7.24 [m] – 3.95 [m] = 3.29 [m].

Questa variazione è determinata da una differenza di cadente piezometrica che, per la situazione attuale è di 7.8 [m/km] per la condotta in PEAD DE250 e di 9.5 [m/km] per la condotta in acciaio DN200 mentre con **la nuova tubazione in progetto la cadente risulta 4.2 [m/km].** Questo valore è prossimo ai limiti imposti da letteratura paria a 5 [m/km].

La velocità di scorrimento per la nuova condotta risulta pari a 0.90 [m/s] rimanendo nel range, ritenuto ottimali in letteratura per una rete di acquedotto, tra 0.5 [m/s] e 2 [m/s].

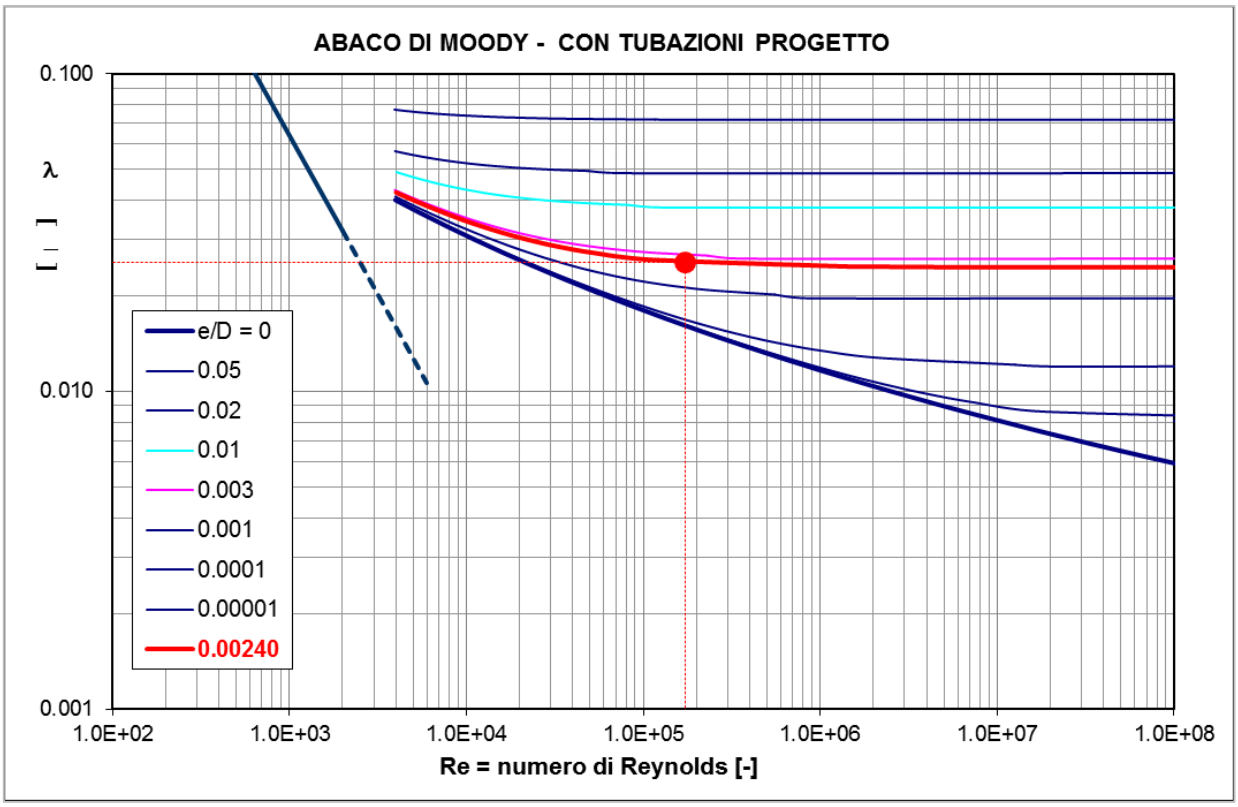


Figura 5-1: Abaco di Moody con Q=44.3 [l/s] e tubazione in ghisa DN250 (PROGETTO).

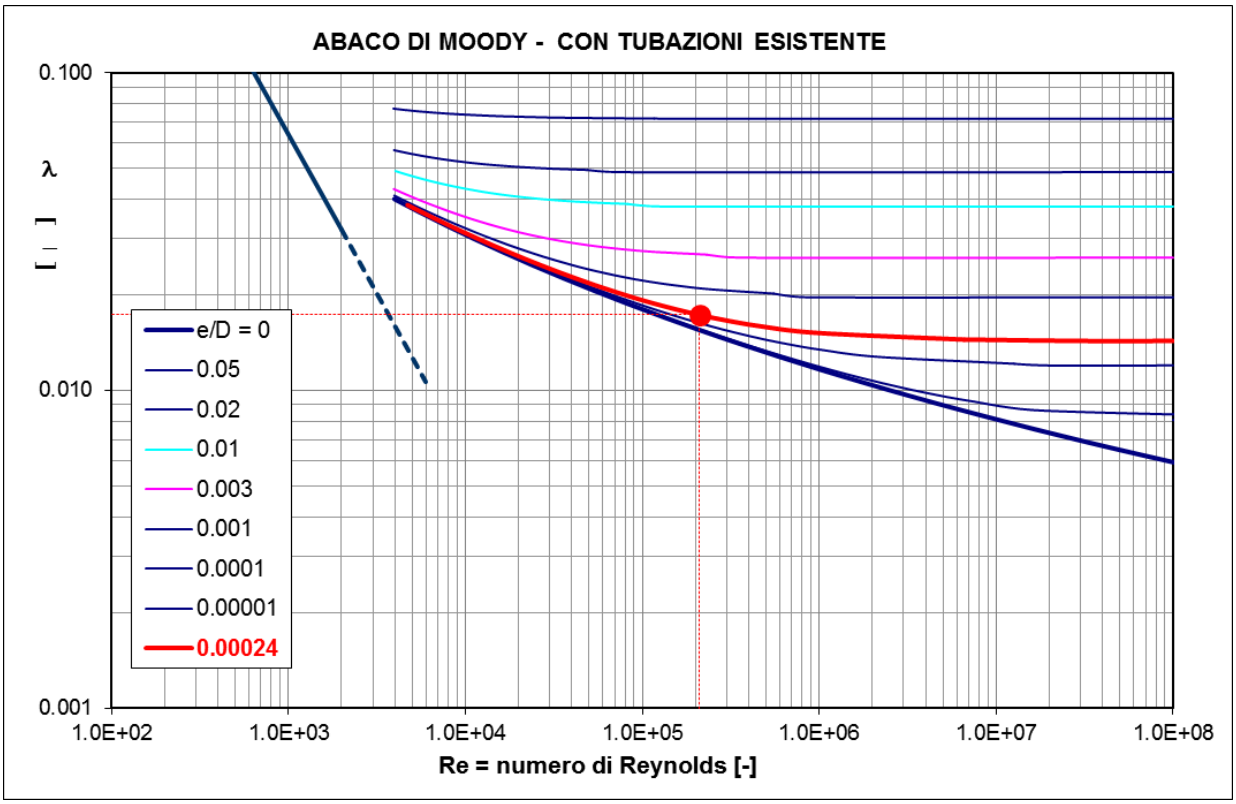


Figura 5-2: Abaco di Moody con Q=44.3 [l/s] e tubazione in PEAD DE250 (ESISTENTE).

5.2 Verifica della nuova rete di distribuzione

In merito all'analisi della rete di distribuzione relative sia al comparto ovest che est va effettuata una precisazione in merito ai dati di portata utilizzati per la verifica della rete. Come detto nei capitoli precedenti si è ipotizzato che la portata media del giorno di massimo consumo, in considerazione delle previsioni future, è pari a 44.30 [l/s]. Per quanto concerne la distribuzione non esiste invece una simulazione della rete che permetta di stabilire con esattezza la portata transitante nei vari punti.

Per ovviare a questa mancanza si sono stimati le portate circolanti andando ad analizzare la possibile distribuzione idrica all'interno della rete.

La prima operazione da effettuare e la suddivisione dei vari comparti e la stima delle portate avviate. Come indicato precedentemente il fabbisogno della frazione "Montano" è circa il 40% del fabbisogno totale, pari a 18 [l/s] che corrisponde alla portata futura erogata dall'impianto di rilancio "Fai". La verifica della rete di distribuzione della frazione "Montano" verrà effettuata con un valore inferiore e pari a 14 [l/s] fino all'intersezione con via Volta. Questa scelta è dettata dalla posizione dell'intervento in quanto la distribuzione antecedente al tratto in progetto determina un abbassamento della portata necessaria. Nel tratto successivo si verificherà la rete con una portata di 11 [l/s] in quanto la ramificazione che prosegue verso via Volta alimentazione il serbatoio "Grisonno" determinando un ulteriore e significativo abbassamento dell'officiosità idraulica. Entrambi le portate vanno moltiplicate per il coefficiente di punta C_p, pari a 1.5, che ci permette di valutare la portata di punta del giorno di massimo consumo (portata che massimizza la sollecitazione del sistema di acquedotto).

Per quanto concerne la determinazione della portata media del giorno di massimo consumo transitante nel frazione di “Lucino Basso”, erogata dal serbatoio “Fai”, si dovrà tener conto delle varie portate avviate agli altri comparti. Per la frazione “Montano” si sa che dal serbatoi pensile vengono avviati 18 [l/s] mentre si è ipotizzato che alla frazione “Lucino Alta” vengano erogati 10 [l/s].

Ipotizzando queste valutazioni si è determinato che la portata media del giorno di massimo consumo necessaria al comparto “Lucino Basso” sia di 16.3 [l/s] e che all’interno della rete verranno secondo le diverse ramificazioni. Nel primo tratto in PEAD DE180 che dalla strada statale SS342 arriva alla via Ottone da Lucino la portata sarà di 16.3 [l/s] in seguito alla diramazione si avrà una suddivisone della portata e nel tratto successivo in PEAD DE160 circolerà una portata di 7.0 [l/s] mentre nelle condotte minori in PEAD DE125 si ipotizza una portata di 4.0 [l/s]. La verifica viene effettuata con le portate di punta del giorno di massimo consumo quindi questi valori relative alla portata media del giorni di massimo consumo vanno moltiplicati per il coefficiente di punta C_p, pari a 1.5.

COMPARTO	TRATTA	TUBAZIONE		PORTATA IN PROGETTO [l/s]
		MATERIALE	DIAMETRO	
DISTRIBUZIONE PROGETTO				
Ovest	300-306	PEAD	DE160	14.0*1.5= **21.00**
Ovest	306-311	PEAD	DE160	11.0*1.5= **16.50**
Est	213-208	PEAD	DE180	16.3*1.5= **24.5**
Est	208-200	PEAD	DE160	7.0*1.5= **10.5**
Est	201-203	PEAD	DE125	4.0*1.5= **6.0**
DISTRIBUZIONE ESISTENTE				
Ovest	300-306	ACCIAIO	DN125	14.0*1.5= **21.00**
Ovest	306-311	ACCIAIO	DN80	11.0*1.5= **16.50**
Est	213-208	ACCIAIO	DN200	16.3*1.5= **24.5**
Est	208-200	ACCIAIO	DN200	7.0*1.5= **10.5**
Est	201-203	ACCIAO	DN50	4.0*1.5= **6.0**

Tabella 5-3: Tabella comparativa delle condotte in progetto ed esistenti con le portate di punto del giorno di massimo consumo relative a previsioni future.

5.2.1 Verifica comparto est (località Lucino)

Nella tabella seguente vengono indicate le velocità e le perdite di carico distribuite per i vari tratti della rete del comparto est di “Lucino Basso”. Non viene effettuato un confronto con le condotte esistenti in quanto le tubazioni attuali vengo utilizzate sia come rete di distribuzione che come rete di adduzione e quindi con un comportamento, dal punto di vista idraulico non uniforme a quelle in progetto.

TRATTA	TUBAZIONE		LUNGHEZZA	PORTATA	VELOCITÀ	PERDITE DISTRIBUITE
	MATERIALE	DIAMETRO				
-	-	[mm]	[m]	[l/s]	[m/s]	[m]
DISTRIBUZIONE PROGETTO						
200-207_NEW	PEAD_PN16	180	279.00	24.50	1.44	3.44
208-213_NEW	PEAD_PN16	160	264.00	10.50	0.78	1.24
201-203_NEW	PEAD_PN16	125	166.00	6.00	0.73	0.93
					TOTALE	**8.61**

Tabella 5-4: Tabella riassuntiva delle condotte in progetto per la rete di distribuzione di Lucino Basso.

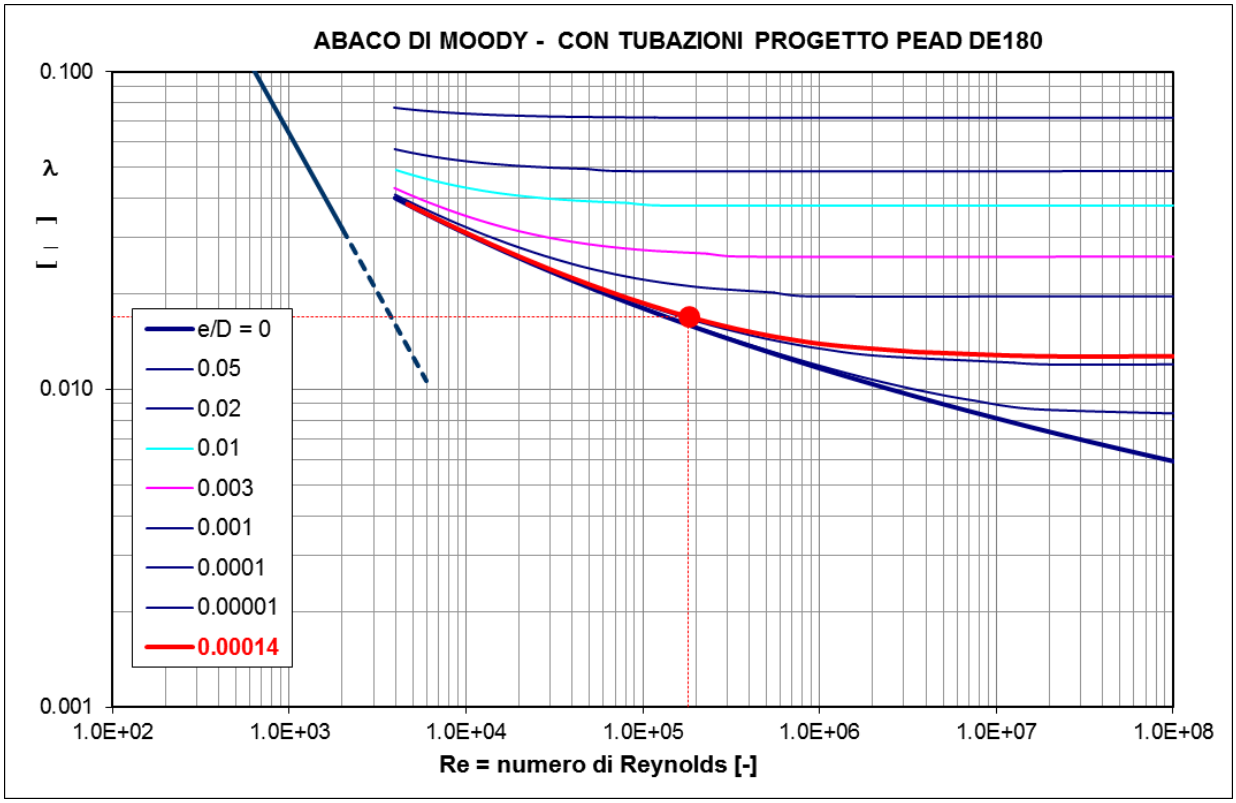


Figura 5-3: Abaco di Moody con Q=24.50 [l/s] e tubazione in PEAD DE180.

Le velocità per il comparto est in località “Lucino Basso” in relazione alle portate di punta del giorno di massimo consumo sono:

- 1.44 [m/s] per la tubazione in PEAD DE180;
- 0.78 [m/s] per la tubazione in PEAD DE160;
- 0.73 [m/s] per la tubazione in PEAD DE125.

Queste velocità risultano ideali per una condotta idrica rimanendo nel range ottimale per un acquedotto compreso tra 0.5 [l/s] e 2 [l/s].

Le cadenti piezometrica per il comparto sono invece le seguenti:

- 12.3 [m/km] per la tubazione in PEAD DE180;
- 4.7 [m/km] per la tubazione in PEAD DE160;
- 5.6 [m/km] per la tubazione in PEAD DE125.

Le perdite di carico per la tubazione PEAD DE180 risultano elevate ma la verifica viene effettuata ipotizzando la portata di punta del giorni di massimo consumo quindi la condizione che massimizza la sollecitazione del sistema di acquedotto Risulta quindi accettabile che per tale situazioni non si verifichino tipiche. Le risultanze delle calcolazioni risultano quindi accettabili.

5.2.2 Verifica comparto ovest (località Montano)

Nella tabella seguente vengono indicate le velocità e le perdite di carico distribuite per i vari tratti della rete del comparto ovest di “Montano”.

Per tale casistica non viene analizzata lo stato esistente con le portate di progetto in quanto la distribuzione attuale della rete, con la presenza di maglie chiuse e con diametri similari, non consente di paragonarla con la soluzione di progetto caratterizzata da una condotta principale di distribuzione. Inoltre con l'aumento delle portare determinano inevitabilmente delle condizioni inappropriate per le tubazioni esistenti.

TRATTA	TUBAZIONE		LUNGHEZZA	PORTATA	VELOCITÀ	PERDITE DISTRIBUITE
	MATERIALE	DIAMETRO				
-	-	[mm]	[m]	[l/s]	[m/s]	[m]
DISTRIBUZIONE PROGETTO						
300-306_NEW	PEAD_PN16	160	561.00	21.00	1.56	9.31
306-3011_NEW	PEAD_PN16	160	518.00	16.50	1.23	5.52
					TOTALE	15.26

Tabella 5-5: Tabella riassuntiva delle condotte in progetto per la rete di distribuzione di Lucino Basso.

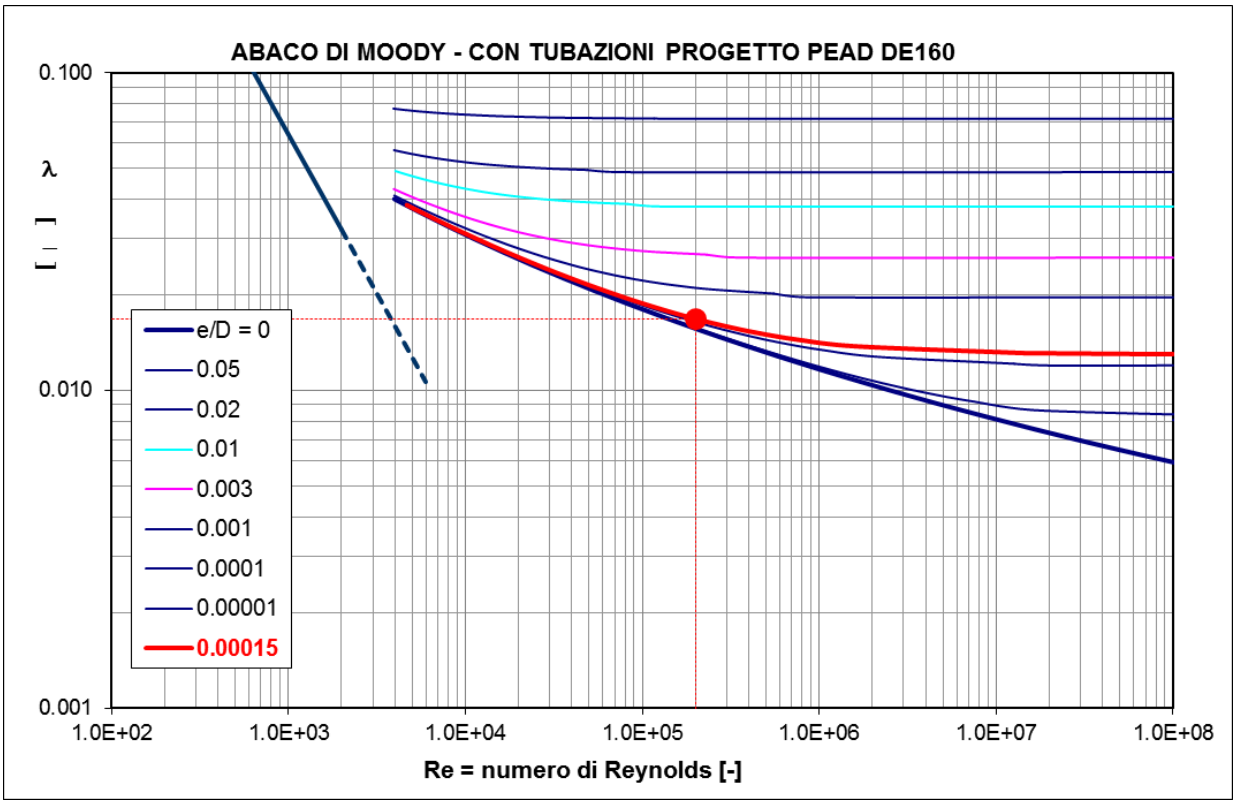


Figura 5-4: Abaco di Moody con Q=21.00 [l/s] e tubazione in PEAD DE160.

Le velocità per il comparto ovest in località "Montano" in relazione alle portate di punta del giorno di massimo consumo sono:

- 1.56 [m/s] per la tubazione in PEAD DE160 per il tratto con portata di 21 [l/s];
- 1.23 [m/s] per la tubazione in PEAD DE160 per il tratto con portata di 16.5 [l/s];

Queste velocità risultano ideali per una condotta idrica rimanendo nel range ottimale per un acquedotto compreso tra 0.5 [l/s] e 2 [l/s].

Le cadenti piezometrica per il comparto sono invece le seguenti:

- 16.6 [m/km] per la tubazione in PEAD DE160 per il tratto con portata di 21 [l/s];

- 10.7 [m/km] per la tubazione in PEAD DE160 per il tratto con portata di 16.5 [l/s];

Le perdite di carico risultano elevate ma la verifica viene effettuata ipotizzando la portata di punta del giorni di massimo consumo quindi la condizione che massimizza la sollecitazione del sistema di acquedotto Le risultanze delle calcolazioni risultano quindi accettabili.

6 CALCOLO DEL SISTEMA DI ANTISFILAMENTO

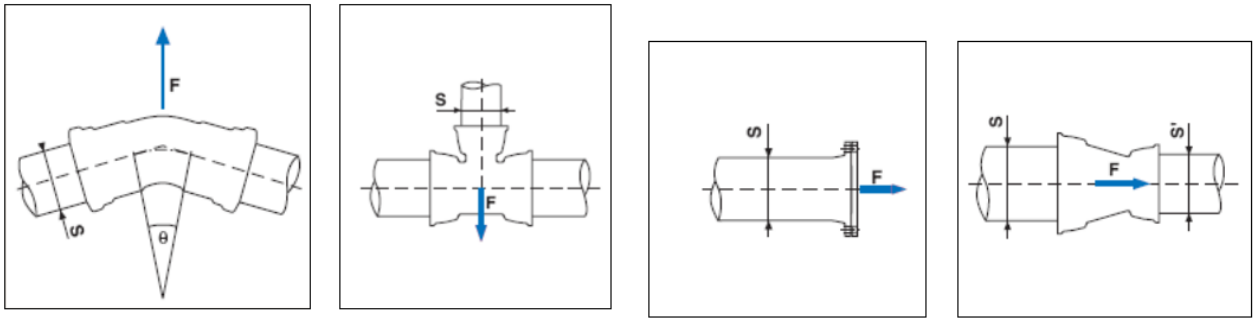
Si procede ora ad illustrare i criteri di calcolo del sistemi antisfilamento nonché ad illustrare le condizioni al contorno assunte per il caso in esame.

6.1 Criteri di calcolo

Le spinte idrauliche (e le forze che ne derivano) tendono a sfilare dalla propria sede i giunti dei raccordi e delle tubazioni, in prossimità di cambi di direzione, riduzioni di diametro (gomiti, ti, riduzioni, ecc.) ed estremità di una condotta che trasporta un fluido sotto pressione.

Le spinte possono essere notevoli e devono essere equilibrate da opportuni dispositivi di blocco o da blocchi di spinta. Le forze di spinta idraulica compaiono in una condotta sotto pressione:

- a ogni cambio di direzione (gomiti, Tee);
- a ogni variazione di diametro (riduzioni);
- a ogni estremità (piastre piene).



Le forze di spinta idraulica possono essere calcolate con la formula generica:

$$F = K \cdot P \cdot S$$

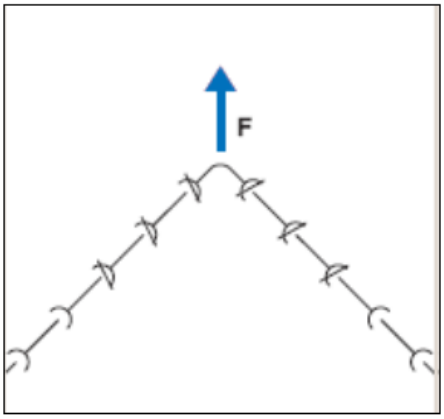
- F : forza di spinta (in N)
- P : pressione interna massima (pressione di prova in cantiere) (in Pa)
- S : sezione trasversale (interna per i giunti flangiati, esterna per tutti gli altri tipi) (in m2)
- K : coefficiente, in funzione della geometria dell'elemento di condotta interessato

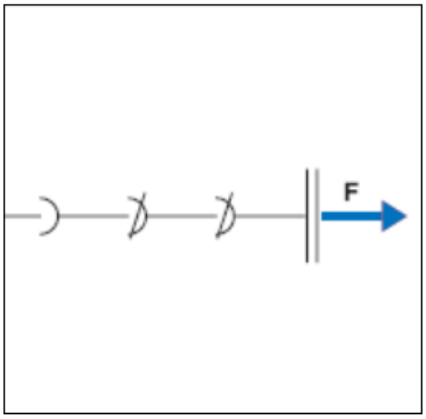
- Piastre piene : K = 1
- Coni di riduzione: : K = 1 – S' / S (dove S' e il più piccolo)
- Gomiti d'angolo θ : K = 2 sin (θ/2)
- K = 1,414 per i gomiti 1/4 (90°)
- K = 0,765 per i gomiti 1/8 (45°)
- K = 0,390 per i gomiti 1/16 (22° 30')
- K = 0,196 per i gomiti 1/32 (11° 15')

L'utilizzo di giunti a bicchiere antisfilamento è una tecnica alternativa ai blocchi di ancoraggio in calcestruzzo per l'assorbimento degli effetti delle spinte idrauliche. Questa tecnica consiste nel bloccare i giunti, per una lunghezza sufficiente da una parte e dall'altra di un punto singolare della condotta, in modo da utilizzare le forze di attrito suolo/tubo per equilibrare la forza di spinta idraulica.

La soluzione con giunti antisfilamento permette di evitare la realizzazione dei blocchi di ancoraggio in calcestruzzo che molto spesso risulta complessa (terreni a bassa coesione, rischio di ritiro ulteriore, ingombro) e onerosa.

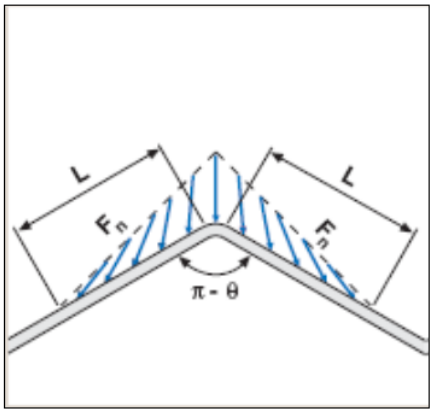
Il calcolo della lunghezza antisfilamento è indipendente dal sistema di bloccaggio utilizzato.

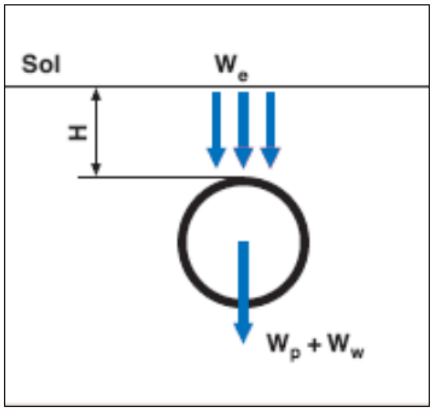




La lunghezza antisfilamento viene calcolata con la seguente formula:

$$L = \frac{P \cdot S}{F_n} \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} \right) \cdot tg \frac{\theta}{2} \cdot c$$





dove:

L : lunghezza antisfilamento (m)

P : pressione di calcolo assunta (Pa)

S : sezione trasversale (m2)

θ : angolo del gomito (radianti)

Fn : forza di attrito per metro di tubo (in N/m)

c : coefficiente di sicurezza (variabile da 1.2 in generale a 1.5)

$$Fn = K \cdot f \cdot (2\ We + Wp + Ww)$$

Wp : peso metrico del tubo vuoto (in N/m)

Ww : peso metrico dell'acqua (in N/m)

We : peso metrico del rinterro (in N/m)

f : coefficiente d'attrito suolo/tubo funzione del terreno e del rivestimento esterno della condotta

K : coefficiente di ripartizione delle pressioni del rinterro attorno ai tubi (secondo compattazione K = da 1,1 a 1,5)

$$\mathbf{We = \gamma \cdot H \cdot D \cdot \alpha_1}$$

α_1= 1 (prova con giunti interrati)

α_1 = 2/3 (prova con giunti scoperti)

D : diametro esterno del tubo (m)

H : altezza di ricoprimento (m)

$$\mathbf{f = \alpha_2 \cdot 2\ tg\ (0{,}8\ \Phi)}$$

α_2 = 1 (tubo rivestito zinco + vernice bituminosa)

Φ = angolo di attrito del terreno.

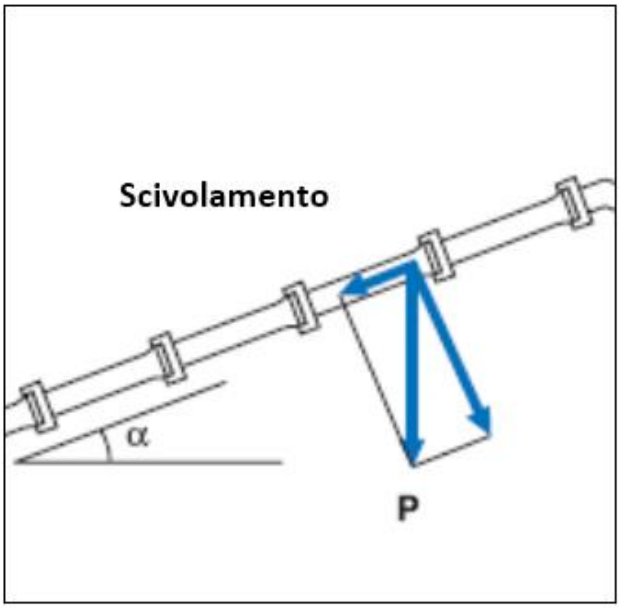
La lunghezza antisfilamento può essere interessata da un coefficiente di sicurezza, in funzione di quanto segue:

- Accuratezza di posa
- Qualità e compattazione del riporto
- Incertezza delle caratteristiche fisiche del rinterro.
- All'occorrenza, è utile tener conto della presenza parziale o meno della falda freatica, correggendo il peso del tubo pieno con la corrispondente spinta di Archimede.

Un caso di interesse per il contrasto allo sfilamento di condotte in ghisa è quello per la posa in pendenza.

- La posa in pendenza di una condotta in ghisa sferoidale può avvenire in due modi:
- realizzando dei blocchi in calcestruzzo per ogni tubo;
- realizzando un blocco in calcestruzzo alla testa del troncone bloccato.

Oltre una certa pendenza, l'attrito tra la condotta e il terreno è insufficiente a sostenere la condotta. Occorre, allora, equilibrare la componente assiale di gravità con l'uso di blocchi d'ancoraggio o di giunti antisfilamento, con la possibilità di associare le due tecniche.



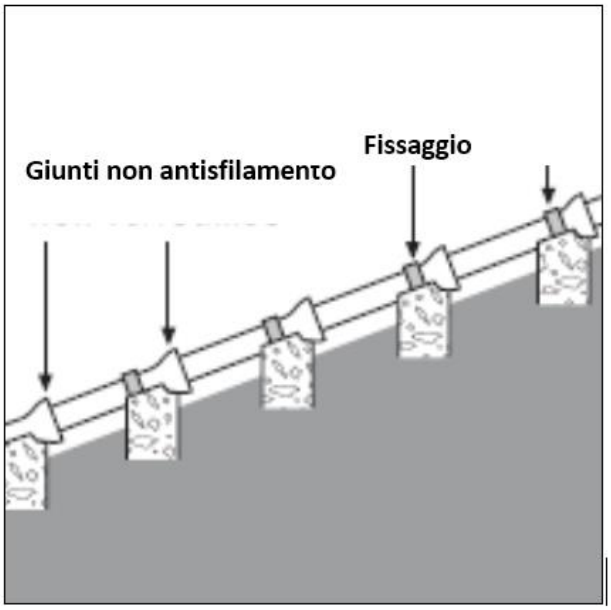
Per semplicità, si riterrà necessario ancorare una condotta quando la pendenza supera:

- il **20%** per una condotta aerea;
- il **25%** per una condotta interrata.

Ancoraggio tubo per tubo

Alternativa si può procedere all'ancoraggio tubo per tubo. Questa tecnica è adatta a una posa aerea:

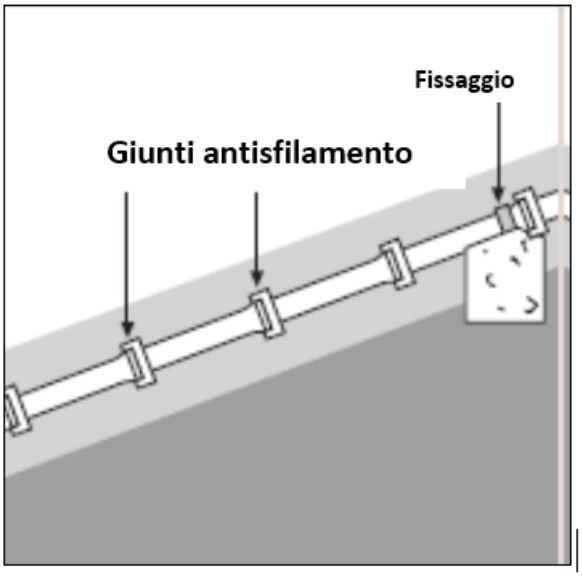
- un blocco di ancoraggio dietro ogni bicchiere del tubo;
- i bicchieri sono rivolti a monte, per favorire l'appoggio sui blocchi;
- gioco di 10 mm da lasciare tra la canna e il fondo del bicchiere, per assorbire le dilatazioni



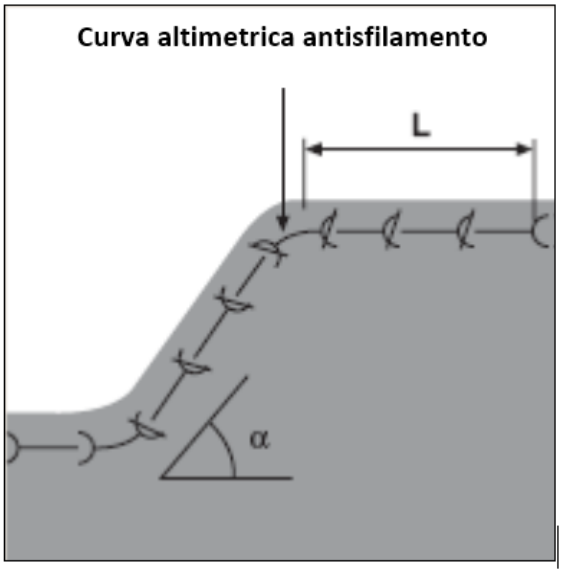
Ancoraggio per mezzo di un tratto antisfilamento

Questa tecnica è adatta a una posa interrata. Essa consiste nell'ancorare un tratto di condotta antisfilamento:

Mediante un blocco di ancoraggio situato in testa al tratto dietro il bicchiere del primo tubo a monte



oppure per un tratto antisfilamento L supplementare installato nella parte piana dietro alla curva altimetrica (il valore di L varia in funzione della tipologia della curva).



Il massimo sforzo assiale è sopportato dal primo giunto antisfilamento a valle del blocco. Questo sforzo è funzione della pendenza ma anche della lunghezza del tratto antisfilamento. La lunghezza massima ammissibile deve quindi essere definita dalla resistenza massima del giunto antisfilamento.

Se la lunghezza della pendenza è superiore a quella ammissibile del tratto antisfilamento bloccato, è possibile realizzare la discesa in più tratti indipendenti, ognuno dei quali ancorato in testa da un blocco in calcestruzzo. In tal caso l'antisfilamento deve essere interrotto per ogni tratto.

Consigli d'esecuzione: è indispensabile effettuare la posa in discesa, a partire dal punto più alto, in modo che i giunti bloccati si posizionino da soli in estensione.

Ad ogni modo nelle tratte in appalto non vi è la problematica della posa in pendenza.

6.2 Condizioni al contorno per il caso in esame

Per quanto riguarda le condizioni al contorno del caso in esame sono stati assunti i seguenti parametri:

6.2.1 Pressione di calcolo

Per quanto riguarda la pressione di calcolo per il dimensionamento del sistema antisfilamento è stata assunta la massima pressione alla quale sarà sollecitata la condotta. Questa pressione deve quindi essere superiore o uguale alla pressione di esercizio aumentata dalle sovrappressioni di colpo d'ariete nonché dalla pressione di collaudo della condotta. Per quanto riguarda la pressione di esercizio questa sarà evidentemente variabile lungo il tracciato della condotta e comunque con un valore massimo pari a circa 9.58 [bar] nel punto più basso dell'intervento.

Per quanto riguarda invece la pressione di collaudo, la normativa inerente le tubazioni in ghisa è la norma UNI ISO 10802 prevede che la pressione di prova nel punto più basso della tratta non debba essere minore del più elevato dei limiti prescritti in a) o in b):

a) per le pressioni di esercizio minori o uguali a 10 [bar]: 1.5 volte la pressione di esercizio;

per le pressioni di esercizio maggiori di 10 [bar] la pressione di esercizio più 5 [bar].

b) la pressione massima di esercizio.

Per la nostra casistica la pressione di esercizio massima risulta 9.75 [bar] e la verifica dovrà essere effettuata ad un valore minimo di 14.63 [bar].

La pressione di prova non deve essere maggiore:

- della pressione massima di prova prescritta dalle norme applicabili ai tubi, raccordi, flange e accessori;

- della pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio (vincolo).

Si richiamo anche le definizioni precisate dalla suddetta norma secondo la quale:

- la pressione di esercizio è la pressione massima in regime permanente per la quale la tubazione è stata progettata;

- la massima pressione di esercizio è la pressione massima alla quale la tubazione è sottoposta in caso di transitorio idraulico (colpo d'ariete).

Di conseguenza, la pressione di calcolo assunta alla base dei calcoli della lunghezza di antisfilamento è stata posta pari a **15.00 bar**.

L'eventuale prova a 15.00 bar dovrà essere effettuata con il completo rinterro della condotta e con posa del manometro in corrispondenza del rilancio "Manzoni".

6.2.2 Parametri del terreno

Per quanto riguarda la definizione del peso specifico del terreno e dell'angolo d'attrito dello stesso, nonostante la condotta venga protetta con un cassonetto in sabbia si è preferito fare riferimento alle caratteristiche del terreno in sito.

Possono essere assunti i seguenti valori certamente cautelativi:

Peso specifico delle terre = **2.00 t/m³;**

Angolo di attrito interno = **23°**.

Per quanto riguarda l'altezza di rinterro è stata posta pari a 1.0m in conformità alle sezioni di posa della condotta previste in progetto.

Il coefficiente di sicurezza adottato nelle calcolazioni è pari a **1.0 [m].**.

6.3 Risultati per le condotte

A seguire si riportano le risultanze delle calcolazioni svolte riassumendo le condizioni al contorno assunte ed in particolare considerando un ricoprimento di 100cm, un peso specifico del terreno pari a 2.0 [t/mc] ed un angolo di attrito di 23°:

6.3.1 Risultati per curve

Caratteristiche del terreno				
Considerazione del rinterro	no	no	no	no
Altezza di rinterro (m)	1	1	1	1
Presenza di falda freatica	no	no	no	no
Altezza della falda (m)	---	---	---	---
Peso specifico (t/m3)	2	2	2	2
Angolo di attrito (°)	23	23	23	23
Caratteristiche della condotta				
Gamma del tubo	Std Vi	Std Vi	Std Vi	Std Vi
Tubo grande diametro	---	---	---	---
Tubo piccolo diametro	---	---	---	---
Tipo di rivestimento	Rapido	Rapido	Rapido	Rapido
Lunghezza del taglio (m)	---	---	---	---
Caratteristiche del raccordo				
Tipo di raccordo	Curva isolata	Curva isolata	Curva isolata	Curva isolata
Curva n°1	90,00	45,00	22,50	11,25
Curva n°2	---	---	---	---
Diametro nominale (mm)	250	250,00	250,00	250,00
DN (mm)	---	---	---	---
dN (mm)	---	---	---	---
Forze esercitate				
Pressione (bar)	15,00	15,00	15,00	15,00
Tipo di pressione	STP	STP	STP	STP
Tipo di spinta	orizzontale	orizzontale	orizzontale	orizzontale
Massa del terreno (t/m)	0,37	0,37	0,37	0,37
Massa del tubo (kg/m)	43,50	43,50	43,50	43,50
Massa dell'acqua (kg/m)	49,09	49,09	49,09	49,09
0	0,00	0,00	0,00	0,00
Coeff. di attrito	0,42	0,42	0,42	0,42
Forza di attrito (t/m)	0,34	0,34	0,34	0,34
Risultati del calcolo				
Spinta idraulica N°1	12,75	6,90	3,52	1,77
Spinta idraulica N°2	---	---	---	---
Lunghezza antisfilamento (m) N°1	31,03	19,28	10,80	5,73
Lunghezza antisfilamento (m) N°2	---	---	---	---
Coefficiente di sicurezza	1,50	1,50	1,50	1,50

La lunghezza di ancoraggio L1=L2 di progetto viene quindi posta pari a:

- 31.03 [m] per curve a 90°;
- 19.28 [m] per curve a 45°;
- 10.80 [m] per curve a 22.50°;

- 5.73 [m] per curve a 11.25°.

6.3.2 Risultati per saracinesche e TEE

Caratteristiche del terreno				
Considerazione del rinterro	no	no		
Altezza di rinterro (m)	1	1		
Presenza di falda freatica	no	no		
Altezza della falda (m)	---	---		
Peso specifico (t/m3)	2	2		
Angolo di attrito (°)	23	23		
Caratteristiche della condotta				
Gamma del tubo	Std Vi	Std Vi		
Tubo grande diametro	---	---		
Tubo piccolo diametro	---	---		
Tipo di rivestimento	Rapido	Rapido		
Lunghezza del taglio (m)	---	---		
Caratteristiche del raccordo				
Tipo di raccordo	Piatto di chiusura o saracinesca	Ti		
Curva n°1	---	---		
Curva n°2	---	---		
Diametro nominale (mm)	250	100,00		
DN (mm)	---	---		
dN (mm)	---	---		
Forze esercitate				
Pressione (bar)	15,00	15,00		
Tipo di pressione	STP	STP		
Tipo di spinta	---	---		
Massa del terreno (t/m)	0,37	0,16		
Massa del tubo (kg/m)	43,50	15,50		
Massa dell'acqua (kg/m)	49,09	7,85		
0	0,00	0,00		
Coeff. di attrito	0,42	0,42		
Forza di attrito (t/m)	0,34	0,14		
Risultati del calcolo				
Spinta idraulica N°1	9,02	1,67		
Spinta idraulica N°2	---	---		
Lunghezza antisfilamento (m) N°1	39,51	17,85		
Lunghezza antisfilamento (m) N°2	---	---		
Coefficiente di sicurezza	1,50	1,50		

La lunghezza di ancoraggio L1=L2 di progetto viene quindi posta pari a:

- 39.51 [m] per saracinesche o piatto di chiusura;
- 17.85 [m] per TEE.

Le risultanze dei calcoli del sistema di antisfilamento individuano le lunghezze necessarie per evitare che le tubazioni, in presenza di curve, saracinesche o altri raccordi si sfilino. **Per l'opera in progetto si prevede però che tutte le tubazioni in ghisa presentino delle giunzioni con caratteristiche di antisfilamento.** Questa necessità è dipendente dalle caratteristiche critiche dell'area d'intervento in cui sono presenti numerosi sottoservizi e di conseguenza anche in fase di esecuzione dei lavori potrebbero intervenire esigenze che richiedono la posa di curve o deviazioni di tracciato comportando quindi la necessità di tratti antisfilamento a monte ed a valle. Inoltre vista l'importanza di tale adduttrice è necessario mantenere elevati standard di qualità dei materiali per evitare possibili disagi che comprometterebbero la distribuzione idrica in considerazione a possibili interventi di riparazione della condotta che, se non realizzata con antisfilo, richiederebbe il preliminare ancoraggio.

7 CRONOPROGRAMMA

Il relazione alla durata dei lavori questa viene stimata in 240 giorni naturali e consecutivi nei quali si considerano comprese le normali condizioni meteo.

Il dettaglio dell'esecuzione dei lavori con la scansione temporale delle fasi e delle attività è riportato nell'elaborato AML 3.06 del presente progetto esecutivo.

8 CONCLUSIONI

Il presente progetto definitivo - esecutivo sviluppa il progetto di fattibilità tecnico economica redatto dal committente Como Acqua, sulla scorta delle indagini condotte, del tracciamento dei sottoservizi presenti e dei necessari approfondimenti progettuali. Per la valorizzazione economica dell'intervento si è fatto riferimento, secondo quanto disposto dal committente, all'ultimo prezzario regionale emesso da Regione Lombardia nel dicembre 2021 e a specifiche analisi di mercato, soprattutto per quanto attiene alle tubazioni in PEAD e ghisa, stante il significativo incremento dei prezzi dei materiali avvenuto nell'ultimo anno.

Il progetto si compone degli elaborati indicati nell'elenco elaborati allegato.