

COMITENTE:



**ACQUA NOVARA.VCO** S.p.A.

Sede Legale

Via Triggiani Leonardo, 9  
28100 Novara -NO- Italia

Tel. +39 0321 413111  
Fax +39 0321 458729

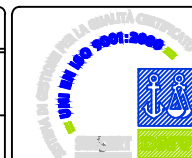
TITOLO COMMESSA: **SOSTITUZIONE ACQUEDOTTO IN VIA DON GNOCCHI, VIA BOLOGNINO  
ED ADDUZIONE SERBATOIO PININ NEL COMUNE DI VARALLO POMBIA**

OGGETTO:  
**Relazione Idraulica**

AVANZAMENTO PROGETTO:  
**DEFINITIVO**

Rev. N°	Modifiche	Data	Iniziali		
1	-	-/-	-	-	-
2	-	-/-	-	-	-
3	-	-/-	-	-	-

Operatori:
Disegnato da: <b>F. MIGLIO</b>
Verificato da: <b>A. BONETTI</b>
Approvato da: <b>S. DE MARIE</b>



Rif. N° Commessa: **200MAR17 - Y00M - 10031842**

File:

Data Rev. N° 0:  
**09/05/17**

Scala:

Elaborato N°:

**2**

**PROPRIETA' RISERVATA**

QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.

---

# RELAZIONE IDRAULICA

## PREMESSA

La rete acquedottistica di Varallo Pombia presenta un totale di 38,3 km di condotte di cui 4 realizzati ancora in cemento con fibre d'amianto. Negli anni 50/60 il cemento-amianto era uno dei materiali più diffusi per realizzazione di condotte acquedottistiche per via delle sue buone caratteristiche ed il costo limitato. Nel corso degli anni però la fragilità di tale materiale ha conseguito alla creazione di fessure o microfessure lungo la condotta che non garantiscono più l'impermeabilità della stessa provocando perdite idriche con le problematiche che ne derivano.

Oltre ad un problema di tipo strutturale si aggiunge quello di carattere ambientale. È noto infatti che le fibre di amianto contenute nel cemento utilizzato nelle condotte, se disperse nell'ambiente ed inalate (caso rottura della condotta) siano altamente cancerogene; non è certa e comprovata la stessa pericolosità in quelle disciolte in acqua ma è certo che un sistema di tubazioni acquedottistiche in cemento-amianto necessita una urgente dismissione o sostituzione.

Le condotte che sono state prese in considerazione sono state indicate dai tecnici specializzati come quelle condotte in cui si verificano più perdite e rotture. AcquaNovara.VCO infatti sta investendo in un progetto che ha come obiettivo la completa dismissione e sostituzione di tutti i tratti di condotte in cemento-amianto.

I tratti presi in considerazione nel progetto in esame sono i seguenti:

- Condotta lungo Via Don Gnocchi.
- Condotta lungo via Bolognino.
- Condotta di adduzione serbatoio Pinin.

Lo studio in oggetto propone quindi, la sostituzione di interi tratti di rete, ricambiando con tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD) delle dimensioni previste in fase di progetto.

---

## DESCRIZIONE DEL SISTEMA ESISTENTE E DEL SISTEMA DI PROGETTO

Il serbatoio Pinin, un serbatoio intermedio di sezionamento, assolve la funzione di polmone: accumula acqua dalla rete comunale quando la domanda d'acqua delle utenze è inferiore all'offerta, distribuisce acqua, per gravità, nella rete idrica quando la domanda delle utenze è maggiore dell'offerta. Esiste, di conseguenza, una sola condotta che alimenta il serbatoio di compenso: si tratta di una condotta in cemento-amianto diametro 150. Allo stato attuale la condotta che collega il serbatoio alla rete di distribuzione del comune di Varallo Pombia parte dal serbatoio a quota 302 metri s.l.m. si sviluppa verso Est, sotto l'edificio privato "ristorante Pinin" fino a raggiungere, a quota 288 metri s.l.m., piazza Marconi angolo via Martiri della Libertà dove incontra una condotta 150E.

In fase di progetto è stato stabilito di creare un nuovo percorso idraulico per collegare il serbatoio alla rete di distribuzione al fine di rendere più gestibile, sicuro e meno oneroso l'intervento. Dal serbatoio Pinin partirà una condotta (160 PEAD) che sviluppandosi in direzione Sud Ovest si collegherà alla rete di distribuzione all'incrocio dei due PEAD 110 provenienti da via Caccia e da via Galli, l'incrocio si trova ad un'altezza di 295 metri s.l.m. L'intervento che verrà effettuato in trivellazione presenta una problematica relativa alla fognatura: la condotta infatti passerà al di sotto della rete fognaria; si è stabilito, quindi, in sede di progetto di rivestire la tubazione PE160 con una tubazione camicia PE225 che assolverà la funzione di protezione della condotta da eventuali perdite della rete fognaria.

A Nord rispetto al serbatoio Pinin verrà sostituita la condotta in Eternit DN50 in via Bolognino con una condotta in PEAD 110 in maniera tale da ridistribuire meglio i cambiamenti di portata e di altezza piezometrica indotti dallo spostamento della condotta di adduzione del serbatoio.

Per quanto riguarda il tratto in via Don Gnocchi la condotta esistente in cemento amianto verrà sostituita da una condotta in PEAD per migliorarne la tenuta idraulica e verrà creato il collegamento, ora mancante, tra via Don Gnocchi angolo via Don Minzoni e via Don Gnocchi angolo via Don Puglisi, dove si collegherebbe con un PEAD 90.

Le nuove tubazioni saranno tutte in PEAD . I nuovi gruppi e quelli di collegamento con le condotte non soggette a ricambio saranno costituiti interamente da pezzi speciali in ghisa sferoidale.

Per maggiori dettagli riguardanti lo sviluppo dell'intervento, le caratteristiche dei gruppi e le sezioni di posa si rimanda agli elaborati grafici del presente progetto.

## VERIFICHE IDRAULICHE

### SCHEMATIZZAZIONE RETE

Il comune di Varallo Pombia è servito da una rete di distribuzione idrica costituita da tubazioni la cui lunghezza complessiva è di circa 38,3 Km; le utenze totali servite sono 1749 cui corrisponde una popolazione di 4980 abitanti serviti (dato rilevato dal sito [www.comuni-italiani.it](http://www.comuni-italiani.it) per l'anno 2013).

La rete è alimentata da due pozzi: il pozzo Ticino a quota 195,33 metri s.l.m. e il pozzo Bellomi a quota 270,87 metri s.l.m. La portata sollevata dal pozzo Ticino in parte va in rete e in parte (quella in esubero) serve ad alimentare il serbatoio pensile Pinin di capacità pari  $100 \text{ m}^3$ , che si trova a quota 302,10 m s.l.m. e con altezza del fondo vasca pari a 16 m. Il pozzo Bellomi serve ad alimentare esclusivamente il serbatoio Bellomi e si trova nelle immediate vicinanze dello stesso. Il serbatoio Bellomi, che ha capacità di  $460 \text{ m}^3$ , potrebbe essere alimentato anche da un altro pozzo che si trova un po' più a nord, ma attualmente questo impianto risulta non essere in esercizio.

L'acqua presente al serbatoio Bellomi viene ulteriormente pompata in rete e anche in questo caso la parte in esubero serve per alimentare il serbatoio pensile Pinin.

Inoltre è presente una diramazione che permetterebbe alla portata immessa in rete dal pozzo Ticino di alimentare il serbatoio Bellomi, ma su questa condotta immediatamente prima del serbatoio vi è una saracinesca che viene tenuta normalmente chiusa.

La figura successiva illustra lo schema funzionale della rete idrica di Varallo Pombia.

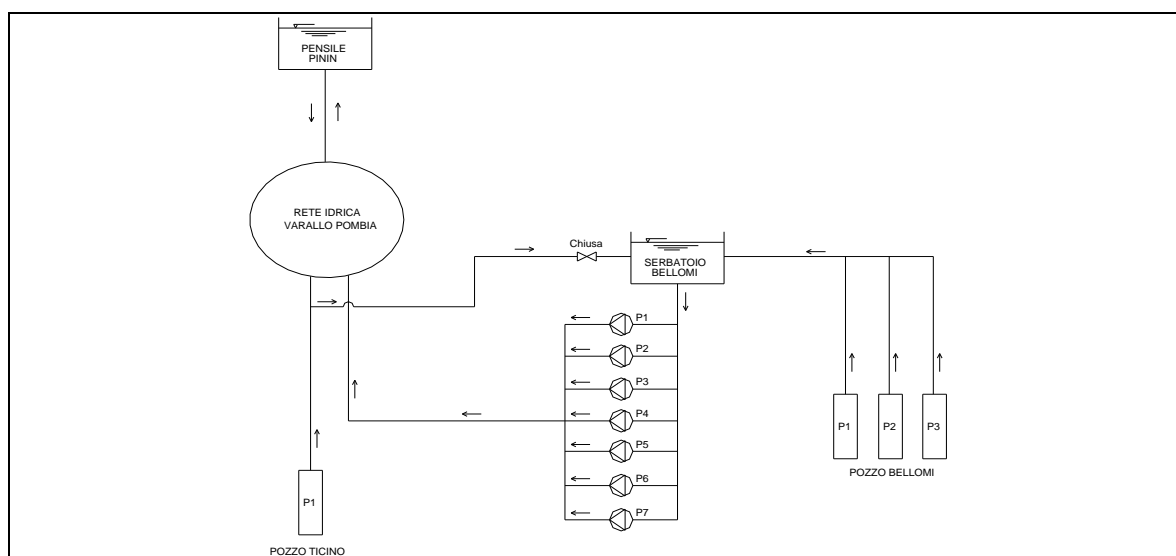


Figura 1 Schema funzionale della rete idrica di Varallo Pombia

---

La rete in esame è sostanzialmente servita dalle portate sollevate al pozzo Ticino e da quelle emunte dal pozzo Bellomi che vengono rilanciate in rete attraverso le 7 pompe presenti al vicino serbatoio Bellomi. Il regime piezometrico dell'intera rete è stabilito dal pensile Pinin, quando è questo ad alimentare la rete, o dalle pressioni di esercizio del pozzo Ticino e del rilancio del serbatoio Bellomi quando il pensile Pinin non alimenta la rete, ma è in fase di riempimento.

Attualmente la rete non è distrettualizzata a meno della porzione che alimenta la zona Cascinetta.

Non esistono nodi della rete che hanno pressioni negative durante le 24 ore. Ovviamente le utenze più vicine al pozzo Ticino hanno pressioni più alte (intorno ai 55 m di c.a.) così come quelle vicine al rilancio del serbatoio Bellomi (intorno ai 40 m di c.a.). Le utenze ubicate sulla S.S. 336 hanno le pressioni più elevate che superano i 70 m di c.a. e che possono arrivare anche ai 120 m di c.a. nei punti della statale altimetricamente più bassi. Oltre a queste non ci sono in rete utenze con pressioni superiori ai 55 m di c.a. e con pressioni inferiori ai 15 m di c.a..

Le pressioni in rete sono quindi sufficienti ad assicurare la distribuzione alle utenze: in particolare nelle ore di minimo consumo (seconda e terza ora sia per la zona Cascinetta che per il resto della rete) la pressione varia da un minimo di circa 16 m di c.a. fino a un massimo di circa 56 m di c.a.; solamente le utenze altimetricamente più basse della statale 336 hanno pressioni intorno ai 120 m di c.a..

La situazione non è molto differente nell'ora di massimo consumo che coincide con l'ora 7 per la zona Cascinetta e con l'ora 19 per il resto della rete. In entrambi i casi la pressione varia tra un minimo di circa 16 m di c.a. a un massimo di 57 m di c.a. (sono sempre escluse le utenze della statale 336 che hanno pressioni intorno ai 119 m di c.a.).

Le tubazioni sono in Acciaio (17,0%), in Pead (57,7%), in Eternit (11,8%) e in PVC (13,4%). Per le tubazioni in acciaio con diametro nominale maggiore e uguale al DN80 i valori di scabrezza determinati durante il processo di taratura sono rappresentativi di tubi soggetti a deterioramento. I valori di scabrezza delle tubazioni in Pead, Eternit e PVC sono invece caratteristici di tubazioni in buono stato e tecnicamente lisce.

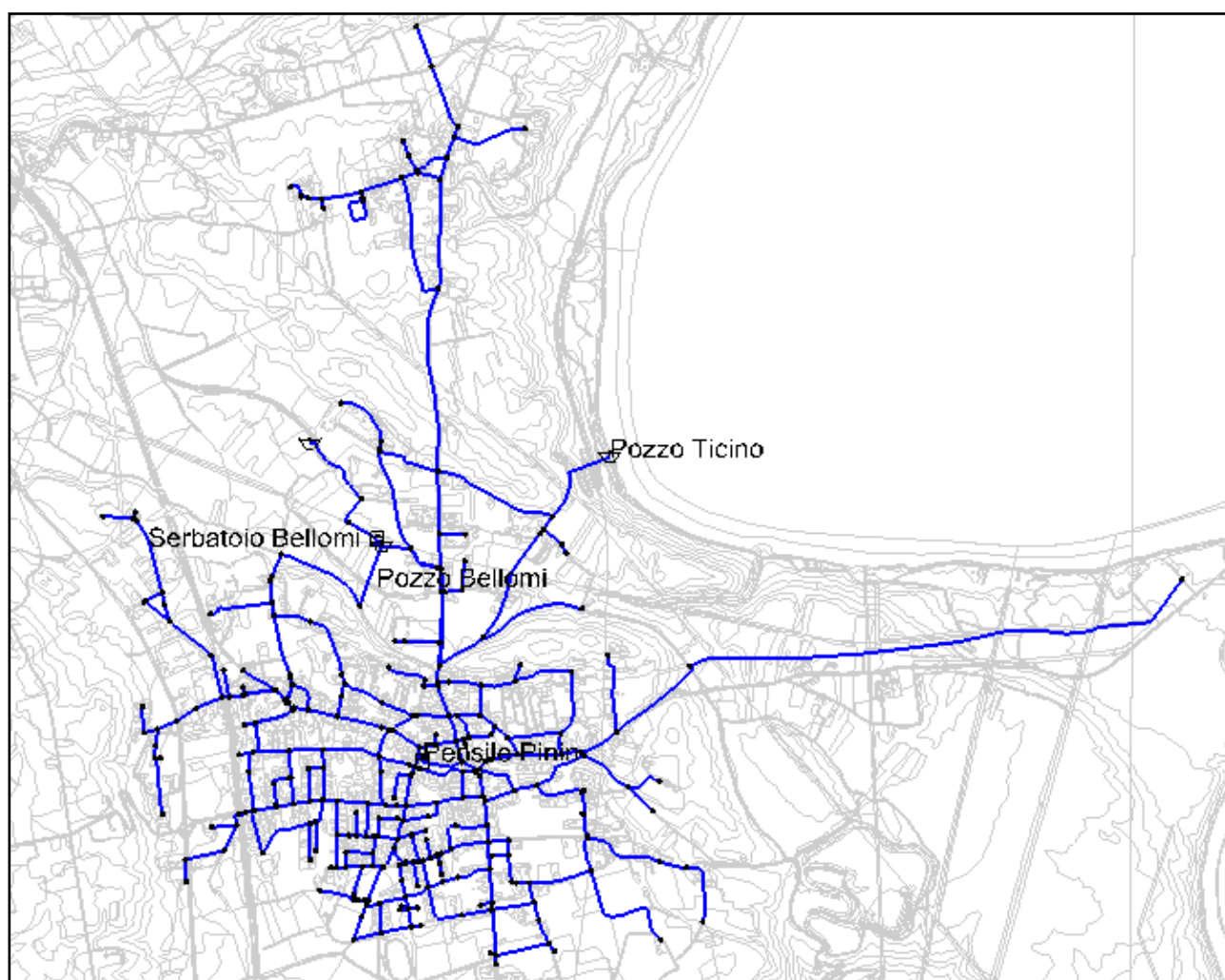
## **RISULTATI MODELLAZIONE**

Il progetto in esame prevede un cambiamento della posizione della condotta di alimentazione del serbatoio Pinin. La condotta, infatti, allo stato attuale si sviluppa dal serbatoio verso Est, al di sotto delle fondazioni (di rilevanza storica) del ristorante Pinin, attraversa la strada privata in acciottolato del ristorante Pinin, un muro di controripa, il parco in memoria ai caduti ed un ulteriore muro di controripa fino a raggiungere la condotta Eternit DN 150 di via Martiri della libertà in Piazza Marconi.

In fase di progetto è stata stabilita la dismissione completa della tubazione in favore di un'altra tubazione (PE160) che collegherà il serbatoio Pinin alla rete di distribuzione non più in via Martiri della Libertà ma in direzione Sud-Ovest all'incrocio tra via Galli, via Stazione e via Caccia. Nell'incrocio stradale sono presenti due tubazioni in PE110, una lungo via Caccia e l'altra che da via Galli prosegue lungo via Stazione. La soluzione di progetto prevedrà un pozzetto nella quale

la nuova condotta di adduzione sarà allacciata alla rete di distribuzione comunale in corrispondenza dell'incrocio tra i due PE110.

Tale dislocazione dell'alimentazione del serbatoio porterà a delle variazioni dal punto di vista idraulico. La dorsale 150E lungo la SP29 non avrà più un'alimentazione diretta del serbatoio Pinin e la portata immessa in rete dal serbatoio sarà equamente ripartita tra i PE 110 che creeranno un anello di distribuzione attorno al serbatoio. Per avere un riscontro grafico della situazione in *figura 1* è possibile visualizzare un inquadramento generale della rete del comune di Varallo Pombia. Nelle due successive immagini, *figura 2* e *figura 3* sono indicati gli andamenti rispettivamente delle portate e delle pressioni della zona serbatoio Pinin nella situazione attuale.



**Figura 1 – Rete idrica di Varallo Pombia**

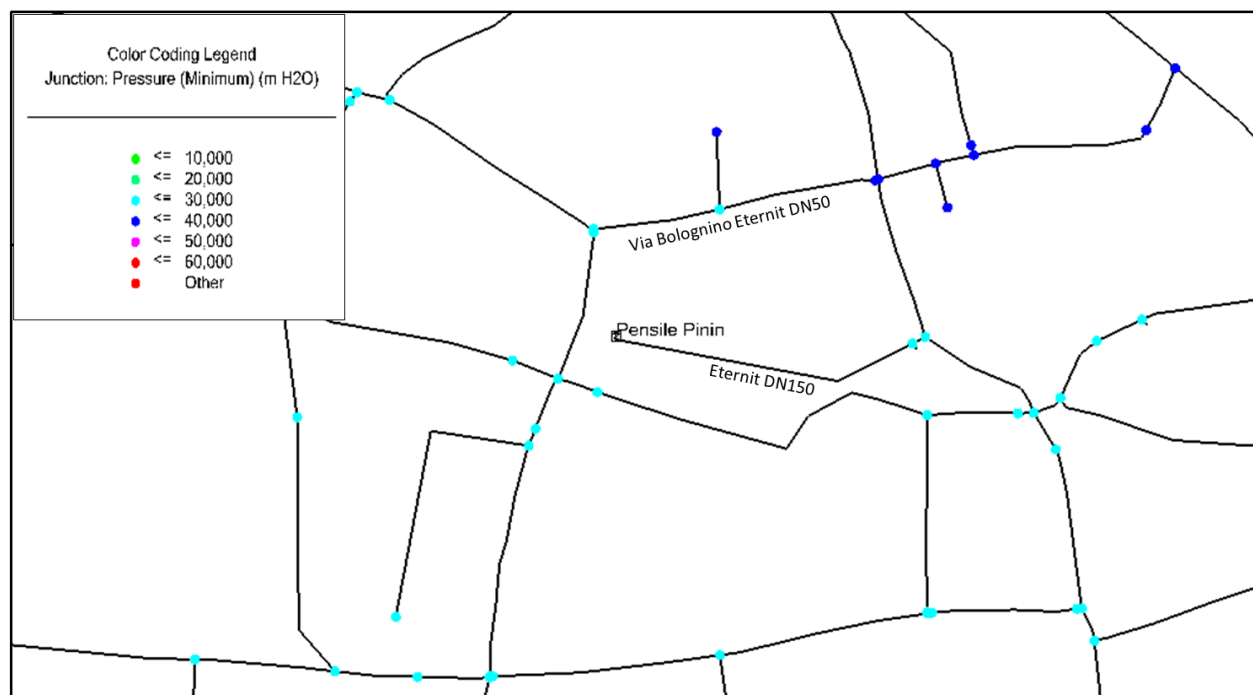


Figura 2 – Andamento delle pressioni nell'ora di massimo consumo (situazione attuale)

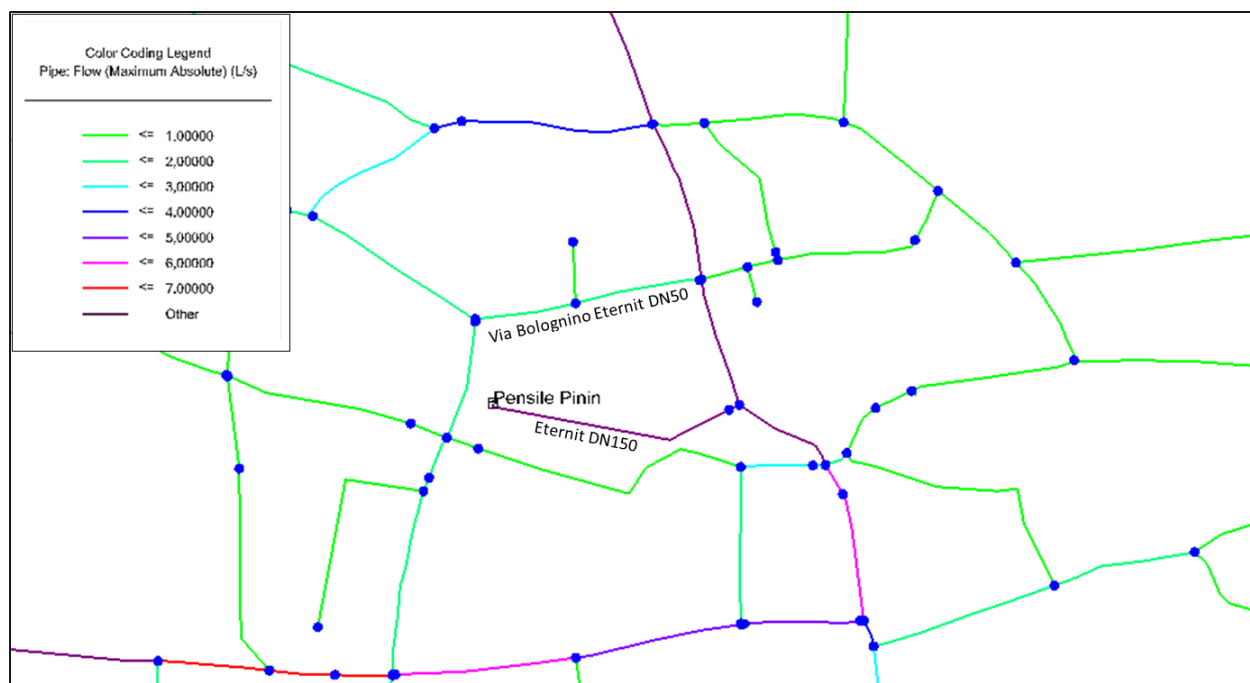


Figura 3 - Andamento delle portate nell'ora di massimo consumo (situazione attuale)

Il progetto preliminare prevedeva la sola variazione di adduzione del serbatoio Pinin e attraverso un modello idraulico è stato possibile ipotizzare quali siano i cambiamenti in termini di portata e pressione della rete. In *figura 4* ed in *figura 5* è possibile osservare l'andamento delle pressioni e delle portate in zona Pinin nell'ora di massimo consumo. Si nota come vengono incrementate le

portate nei tratti di via Caccia, via Stazione e via Galli. Le pressioni rimangono pressoché invariate.

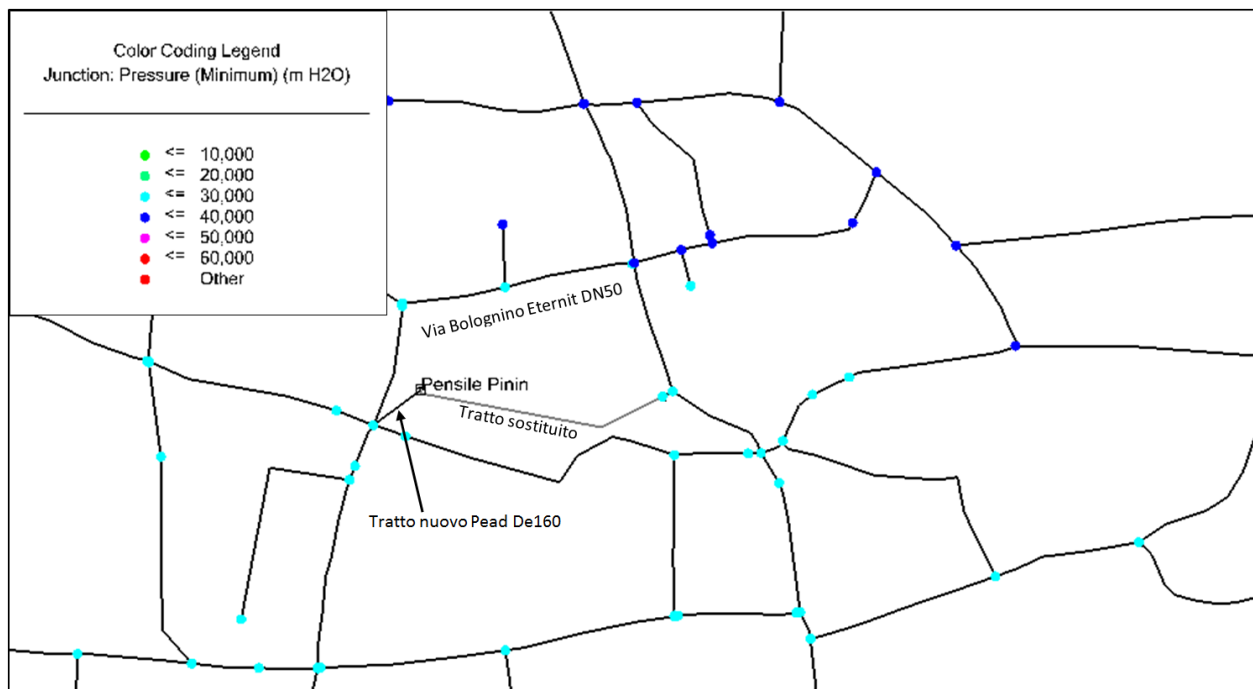


Figura 4 – Andamento delle pressioni nell'ora di massimo consumo (nuova adduzione)



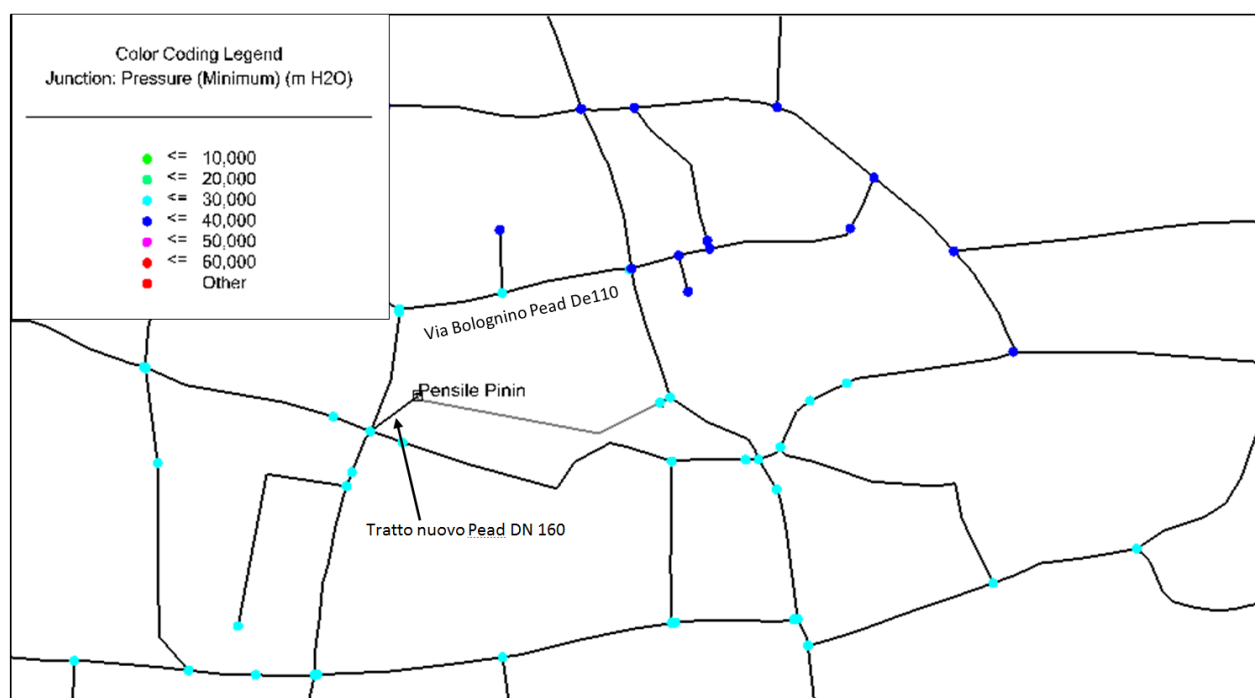
Figura 5 – Andamento delle portate nell'ora di massimo consumo (nuova adduzione)



In fase di progetto si è infine stabilito di intervenire anche sulla condotta di via Bolognino. La condotta, Eternit DN 50 allo stato attuale, dato il suo diametro, assolve alla funzione di sola distribuzione idrica alle utenze presenti nella via. La sostituzione della condotta esistente con un PE 110 va a mitigare in parte la variazione di portate lungo la rete dovuta alla nuova adduzione del pozzo attraverso un anellamento più significativo della rete.

La nuova condotta 110PE in via Bolognino assieme al 110 PE di via Stazione e al PE110 di via Caccia creerà un sistema di condotte anellate che gestirà le portate in entrata ed in uscita del serbatoio pensile del Pinin.

In *figura 6* ed in *figura 7* è possibile osservare i cambiamenti in termini di portate e pressioni in seguito all'aggiunta di un PEAD 110 in via Bolognino per una migliore efficienza della rete.



**Figura 6 – Andamento delle pressioni nell'ora di massimo consumo (nuova adduzione e tratto via Bolognino)**

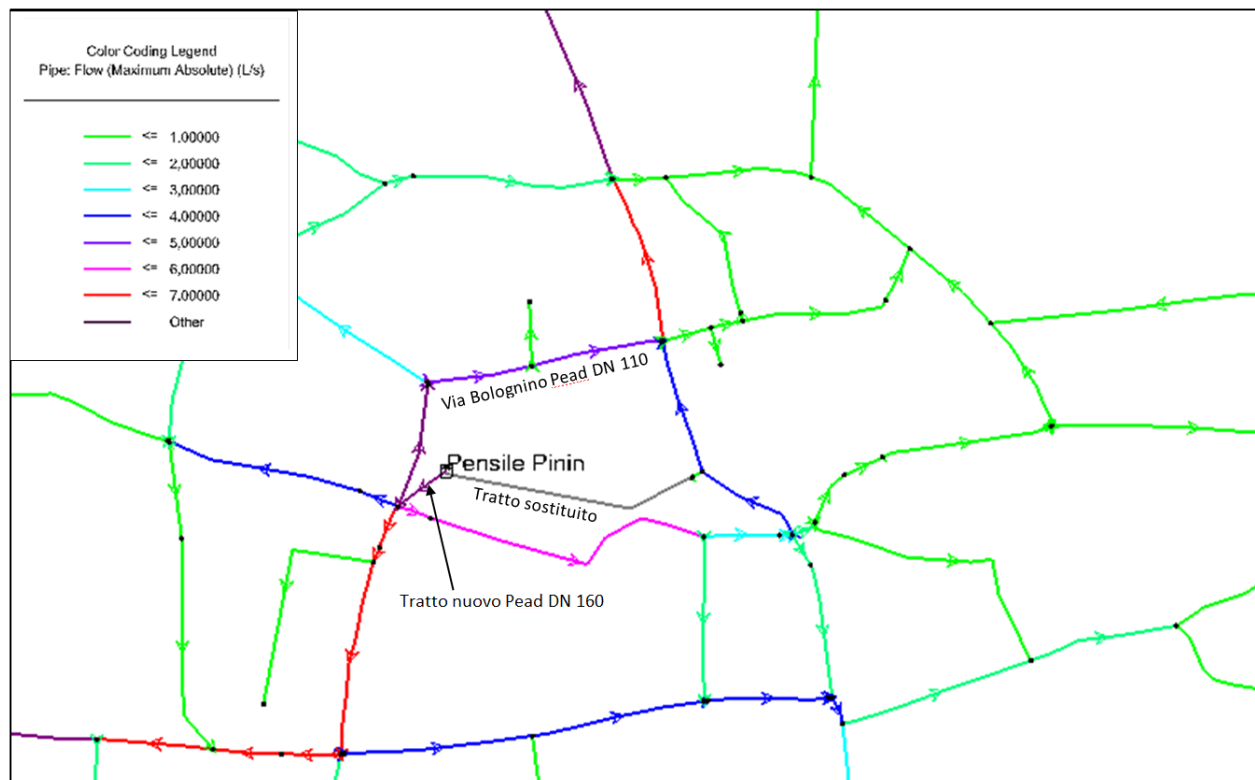
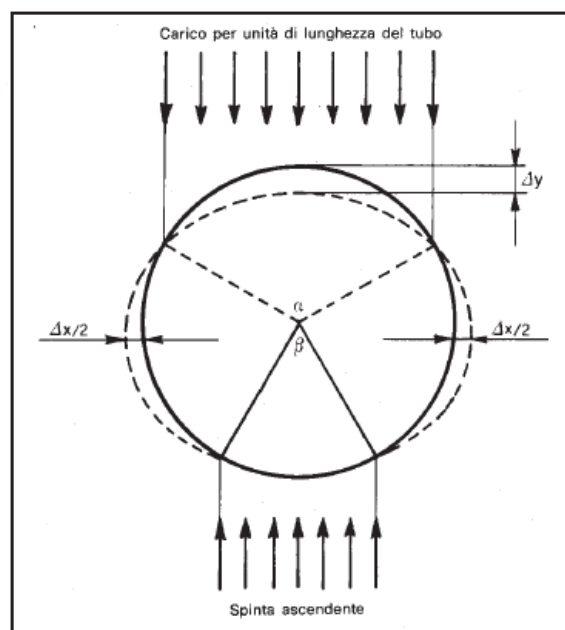


Figura 7 – Andamento delle portate nell'ora di massimo consumo (nuova adduzione e tratto via Bolognino)

## VERIFICHE STATICHE DELLE TUBAZIONI FLESSIBILI

Come già richiamato in precedenza, nel caso di tubazione flessibile, occorre tener conto della reazione del terreno chiamata in causa dal fenomeno di ovalizzazione: in questo caso, dunque, la resistenza massima è limitata da uno stato limite ultimo di deformazione senza il raggiungimento di uno stato di fessurazione.

La verifica di stabilità consiste nell'accertare che la massima deformazione di ovalizzazione non superi un certo valore, fissato di norma pari al 5%. Tale deformazione è fornita dalla formula di Spangler:



$$\Delta x = k_x \cdot \frac{Q \cdot D^3}{8 \cdot E \cdot I}$$

$$\Delta y = k_y \cdot \frac{Q \cdot D^3}{8 \cdot E \cdot I}$$

- $k_x, k_y$  sono coefficienti dipendenti da  $\alpha$  e  $\beta$
- $Q$  è il carico verticale agente sulla tubazione (per unità di lunghezza)
- $D, E, I$  sono rispettivamente il diametro, il modulo elastico ed il momento di inerzia dell'area della parete del tubo in direzione longitudinale (per unità di lunghezza)

La formula si particularizza considerando  $\alpha = \beta = 180^\circ$  ed introducendo il modulo di elasticità del terreno ( $E_t$ ) nella versione seguente:

$$\Delta x = \Delta y = \frac{0.083 \cdot Q}{\frac{2}{3} \cdot E \cdot \left(\frac{S}{D}\right)^3 + 0.061 \cdot E_t}$$

Il valore di  $E_t$  si ricava in funzione del fattore  $\alpha'$  (ipotizzato pari a  $1,5^2$ , funzione di una compattazione dell'85%), dipendente dalla compattazione del rinfiante del tubo collegato ai risultati della prova Proctor:

---

$$E_t = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha'} \cdot (H + 4)$$

H altezza all'estradosso della tubazione, paria a 1 m;

Per quanto attiene al calcolo delle sollecitazioni agenti sulla condotta, occorre considerare la somma di 2 aliquote:

- carico del terreno di ricoprimento  $q_t \approx 11,2 \frac{kN}{m}$
- carico mobile (traffico)  $q_m \approx 61.7 \frac{kN}{m}$

L'ovalizzazione della condotta  $\Delta$  risulta essere inferiore al 5%

La norma prescrive che l'ovalizzazione cui è soggetta la tubazione non ecceda i limiti massimi riportati nel Prospetto C.1 a pag. 60 della suddetta. In particolare per le condotte di DN 100, le più sollecitate, essa dovrà risultare inferiore a 1.85% e può essere calcolata tramite la formula:

## CONCLUSIONI

Tutte le parti costituenti il sistema a progetto sono state adeguatamente dimensionate, garantendo un adeguato margine di sicurezza in relazione alle caratteristiche prestazionali delle opere a progetto, facendo riferimento a dati disponibili e coerenti con il livello di accuratezza richiesto.

In particolare nel calcolo delle dimensioni e dei parametri caratteristici e prestazionali delle tubazioni è stata assicurata un'elevata flessibilità, che consentirà di adattarsi, senza la necessità di nuovi interventi, alle situazioni reali future.