

Comuni di DEMONTE E MOIOLA

Lavori di sostituzione e potenziamento rete di adduzione a servizio delle Località Rialpo e San Lorenzo

Livello di progettazione:	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
Oggetto elaborato:	Relazione idraulica di calcolo

Progetto:



Sede Legale: Corso Nizza 88 - 12100 Cuneo
Tel. 0171.326711 - fax 0171.326710
Partita IVA: 02468770041
Capitale sociale € 5.000.000
e-mail: acda@acda.it

Progettazione:

Geom. Fabrizio Ghio

Responsabile Unico di Progetto
(Ordine Ingegneri di Cuneo n. A1886)

Dott. Ing. Fabio Monaco

COMMESSA	Livello di progetto	Categoria di progetto	Tipo di elaborato	N. elaborato	REV.	DATA	SCALA / E
UM00041	PFTE	GE	TX	02	00	04.09.2023	-

REV.	Descrizione:	DATA:	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
00	Emissione	04.09.2023	A. Marengo	F. Ghio	F. Monaco

INDICE:

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO CORNALETTO SOPRANO – SAN LORENZO	3
2.1 Tracciato	3
3. SCELTA DEI MATERIALI DELLE TUBAZIONI	3
3.1 Rete acquedotto – Adduzione.....	3
4. VERIFICA DELLE OPERE IN PROGETTO	4
4.1 Modello di calcolo	4
4.2 Stato attuale	7
4.3 Stato di progetto – Alternativa 1	8
4.4 Stato di progetto – Alternativa 2	10
4.5 Stato di progetto – Alternativa 3	12
5. CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE	15
5.1 Considerazioni economiche	15
5.2 Considerazioni tecniche.....	15
5.3 Risultati Alternativa 3 – Alimentazione Nuge e Rialpo.....	16
5.4 Ingressi in vasca	17
5.5 Calcolo delle sovrappressioni da colpo d'ariete	17
6. CONCLUSIONI.....	20
7. ALLEGATO A – ALTERNATIVA 1	21
8. ALLEGATO B – ALTERNATIVA 2	25
9. ALLEGATO C – ALTERNATIVA 3.....	29

1. PREMESSA

La presente Relazione Idraulica è parte integrante del progetto di fattibilità tecnica ed economica dei lavori per l'intervento denominato "*Lavori di sostituzione e potenziamento rete di adduzione a servizio delle Località Rialpo e San Lorenzo*" nel Comune di Demonte.

L'intervento in progetto ha come obiettivo il potenziamento della rete di adduzione che da Cornaletto Soprano alimenta la Località Rialpo, nonché la sua contestuale estensione fino a San Lorenzo.

L'intervento si rende urgentemente necessario in quanto le sorgenti che attualmente alimentano la frazione San Lorenzo, nei maggiori periodi di siccità, specialmente nel periodo estivo ed in concomitanza con l'afflusso turistico, non garantiscono più la regolare portata dell'acqua distribuita alle utenze provocando gravi disservizi; provvisoriamente, per limitare il problema, il serbatoio di accumulo viene riempito mediante autobotte, non senza poche difficoltà visto che la vasca non è raggiungibile con i mezzi d'opera.

L'Azienda Cuneese dell'Acqua gestisce il Servizio Idrico Integrato del Comune di Demonte. Tra i compiti del Gestore è infatti compresa la progettazione degli interventi di rinnovo o ampliamento degli impianti del Servizio Idrico Integrato, comprese tutte le attività di gestione relative alla funzionalità delle opere e adeguamenti degli allacciamenti al regolamento A.C.D.A. S.p.A., installando i misuratori volumetrici in adeguati pozzetti posti su suolo pubblico direttamente all'esterno delle abitazioni, nonché la loro attivazione ed eventuale: rifacimento, modifica, manutenzione.

La presente Relazione Idraulica è volta ad illustrare i calcoli idraulici che hanno portato al dimensionamento della condotta in progetto, nonché all'illustrazione delle alternative analizzate.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO CORNALETTO SOPRANO – SAN LORENZO

2.1 TRACCIATO

Nell'individuazione del tracciato per la posa della condotta sono stati considerati i seguenti criteri:

- Minimizzare la lunghezza del tracciato;
- Minimizzare le interferenze con sottoservizi e infrastrutture esistenti;
- Minimizzare gli impatti con le proprietà private e con il traffico veicolare;
- Agevolare le condizioni di manutenzioni future.

L'intervento consiste nella sostituzione della rete idrica a partire dal serbatoio di Cornaletto Soprano, per terminare con l'ingresso in vasca a San Lorenzo. Lo sviluppo della tubazione in progetto in PE100 PN16 DN90 e DN75 mm in progetto è di circa 4245 m.

Si prevede, inoltre, il ricollegamento di n. 2 allacci sulla condotta in progetto, in aggiunta allo stacco per Cantun.

Alla luce della morfologia del territorio, la scelta del tracciato di progetto risulta piuttosto vincolata in quanto ricalcherà pressoché quello esistente nel tratto compreso tra Cornaletto Soprano e Nuge mentre, nel tratto seguente fino a San Lorenzo dove si prevede l'estensione di rete, la posa verterà principalmente lungo viabilità secondarie quali strade sterrate e su terreni agricoli.

L'intero tracciato ricade all'interno di proprietà private.

Lo sviluppo complessivo della tubazione in progetto è di circa 4245 m.

3. SCELTA DEI MATERIALI DELLE TUBAZIONI

La scelta del materiale per la realizzazione del tratto di rete idrica è effettuata sulla base di considerazioni tecniche ed economiche.

Nel dettaglio si è tenuto in considerazione l'andamento plano-altimetrico del tracciato prescelto, la profondità di posa della condotta, i carichi agenti sulla stessa, la durabilità del materiale in relazione alla vita nominale del tratto di rete, nonché delle proprietà chimico fisiche e meccaniche.

Inoltre, lato economico, sono stati analizzati diversi fattori quali la facilità di posa nel tratto in esame, i tempi di posa, nonché il costo di fornitura della tubazione, dei pezzi speciali e degli organi accessori.

3.1 RETE ACQUEDOTTO – ADDUZIONE

Per la realizzazione del tratto di rete in oggetto, sulla base delle suddette considerazioni progettuali, è stato individuato nel polietilene ad alta densità il materiale più idoneo al caso in esame.

In particolare, l'utilizzo di condotte in polietilene ad alta densità PE100, conformi alla UNI EN 12201-2 per trasporto di acqua in pressione e secondo DIN PAS 1075 tipo 2, di tipo RC (*Resistant to Crack*) con caratteristiche maggiorate di resistenza alla crescita lenta della frattura, garantisce ottime prestazioni idrauliche e meccaniche, unite ad un costo inferiore rispetto ai materiali metallici. Si evidenziano le principali caratteristiche:

- **facilità di installazione e manutenzione:** i tubi in polietilene possono essere facilmente movimentati ed installati grazie alla loro leggerezza e flessibilità, con la conseguente riduzione dei costi gestionali; possono inoltre essere realizzate curve di ampio raggio e le installazioni possono interessare anche aree instabili grazie alla particolare capacità del polietilene di assorbire vibrazioni e sollecitazioni;

- **ridotte perdite di carico:** la superficie estremamente liscia (coefficiente di scabrezza $K=0,01$ mm per tubi fino a 200 mm di diametro e 0,05 mm per i diametri superiori) impedisce la formazione di incrostazioni, assicurando una portata maggiore a parità di diametro rispetto alle condotte in acciaio ed eliminando la necessità delle operazioni di pulizia;
- **elevata tenacità:** l'utilizzo del polietilene conferisce alla condotta una buona resistenza agli urti anche alle basse temperature; la viscoelasticità del materiale comporta, inoltre, una notevole riduzione dell'effetto dei colpi d'ariete e degli sforzi indotti dalle attività di posa e dalle sollecitazioni del terreno;
- **elevata resistenza alla corrosione:** l'inertia chimica del polietilene ne rende possibile l'impiego anche in terreni aggressivi e in presenza di correnti vaganti senza riduzioni dello spessore di parete; al tempo stesso, il polietilene presenta un'elevata resistenza ai fenomeni di degrado provocati dall'attacco di microorganismi;
- **buona resistenza al gelo:** sono mantenute le proprietà fino a -20 °C per impieghi normali (a bassa temperatura il ghiaccio può provocare una deformazione della condotta che tuttavia riprenderà la sua forma iniziale senza rompersi dopo il disgelo) e per impieghi particolari fino a -60 °C;
- **idoneità al contatto con gli alimenti:** poiché il polietilene costituisce un materiale completamente atossico, le tubazioni possono trasportare acque potabili o fluidi alimentari nel totale rispetto delle normative vigenti;
- **vita utile di progetto di 50 anni:** la durabilità di una rete realizzata in polietilene può essere prevista in fase progettuale come corrispondente ad almeno 50 anni, sebbene le resine di ultima generazione possano contare su un'aspettativa superiore a 100 anni.

4. VERIFICA DELLE OPERE IN PROGETTO

4.1 MODELLO DI CALCOLO

La modellazione idraulica è stata effettuata utilizzando il software *Epanet*, programma di dominio pubblico, sviluppato dall' U.S. *Environmental Protection Agency* (EPA) (agenzia di protezione ambientale) degli Stati Uniti d'America al fine di effettuare delle simulazioni idrauliche e di qualità dell'acqua, sul lungo periodo, delle reti in pressione. Il programma *Epanet* risolve, semplicemente, le equazioni di energia e di continuità per ogni nodo della rete. Essendo incognite le portate transitanti per ogni tubazione ed i carichi ai nodi, ed avendo a disposizione un'equazione per ogni condotta e per ogni nodo, il problema risulta determinato. Viene quindi scritto un sistema costituito da un numero di equazioni pari al numero di condotte e di nodi presenti nella rete.

A supporto della progettazione, è stato effettuato un rilievo topografico che ha permesso la restituzione del profilo longitudinale del tracciato di progetto. Sul software *Epanet*, sono quindi stati rappresentati i nodi più significativi della rete in progetto in corrispondenza di cambi di pendenza, punti di minimo e di massimo, allacci, organi di regolazione della pressione e in ogni punto singolare della rete. Ad ogni nodo è stata quindi assegnata la quota altimetrica risultante dal rilievo topografico. Per le aree non coperte dal rilievo, le quote sono state desunte dalle curve di livello della Carta Tecnica Regionale.

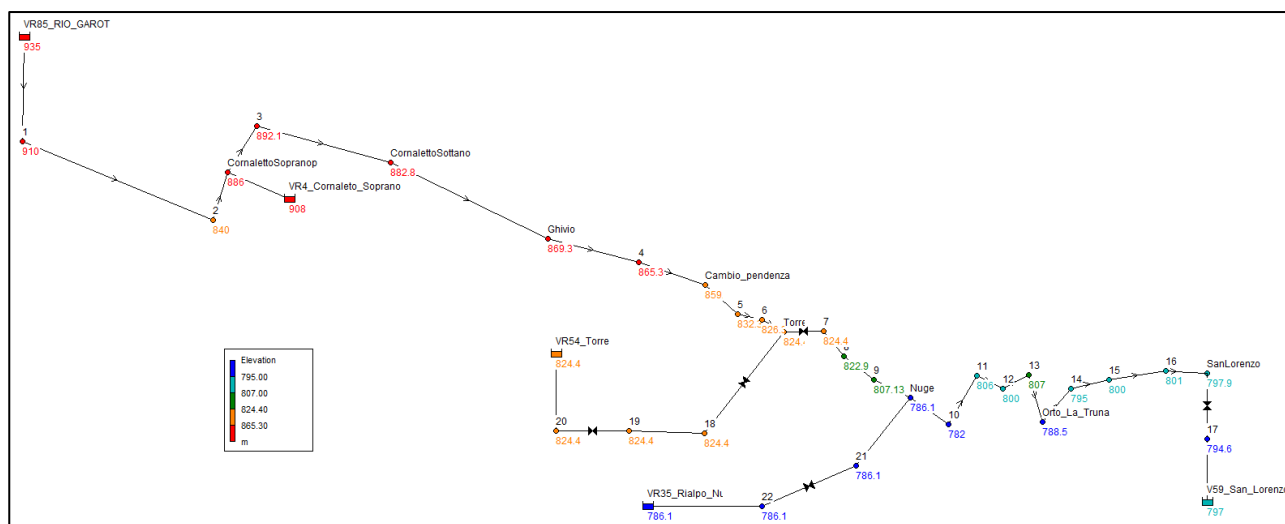


Figura 1 - Quote altimetriche dei nodi della rete in progetto

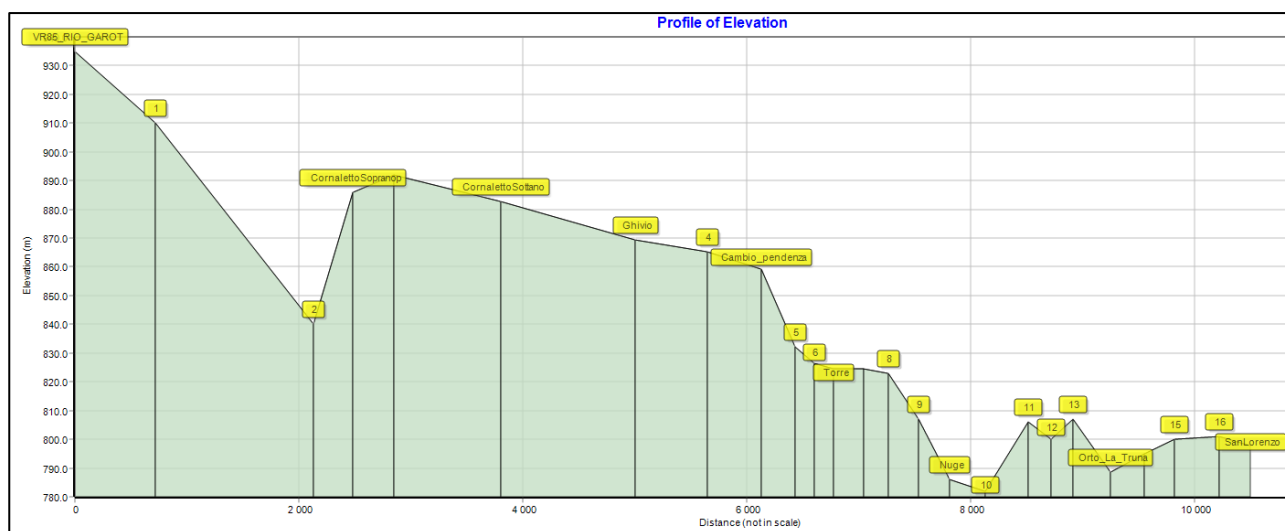


Figura 2 - Profilo altimetrico della rete in progetto

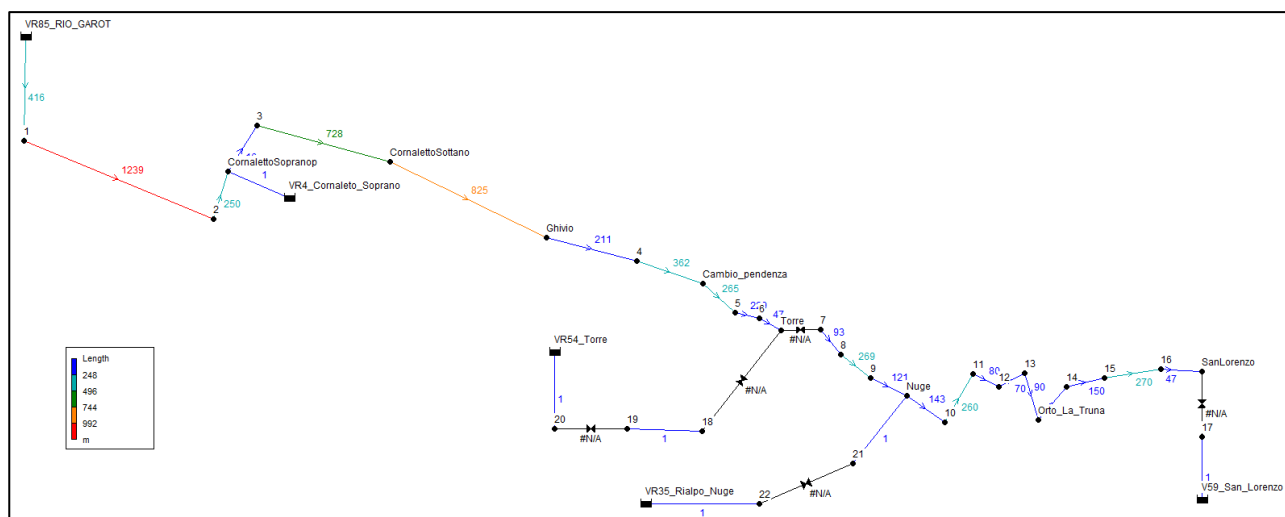


Figura 3 - Lunghezze dei tratti

Si è quindi proceduto al calcolo della portata che allo stato attuale alimenta la vasca di Nuge. Successivamente è stata modellata la rete in progetto, procedendo per tentativi, utilizzando diversi diametri commerciali ed analizzandone i risultati.

Il calcolo delle perdite di carico distribuite è stato effettuato mediante la formula rigorosa di Darcy-Weisbach, valida per ogni tipo di fluido. I coefficienti di scabrezza (espressi in mm) sono stati assegnati nella condizione più gravosa di tubi usati; per l'acciaio si è assegnato un coefficiente ϵ pari a 0.70 mm, mentre al PEAD di 0.1 mm.

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati per le n. 3 alternative progettuali più significative, oltre allo stato attuale, ovvero:

1. tutto il tracciato in PE100 PN16 DN63 mm;
2. tutto il tracciato in PE100 PN16 DN75 mm;
3. prima metà in PE100 PN16 DN90 mm e poi in PE100 PN16 DN75 mm.

Nelle suddette configurazioni, la tubazione andrà collegata sull'adduzione in AR150 in ingresso a Cornaletto Soprano, in modo tale da avere il carico fissato dalla vasca VR85 – Rio Garot, ubicata a circa 949 m slm.

Al fine di simulare le condizioni di esercizio della rete, è stata condotta un'apposita campagna di misure riportata nei seguenti capitoli.

Si evidenzia come per tutte le alternative progettuali, al fine di garantire il corretto campo di esercizio delle condotte con Pressione Nominale pari a 16 e di contenere comunque le pressioni in rete per limitare le eventuali perdite future, sono stati previsti appositi dispositivi di riduzione della pressione lungo la rete in progetto. In particolare si prevede l'inserimento di n. 1 riduttore di pressione, ubicato all'interno del serbatoio Torre al fine di facilitarne le operazioni di manutenzione. Nelle simulazioni effettuate, il dispositivo è tarato per avere una pressione massima di valle pari a 5 bar.

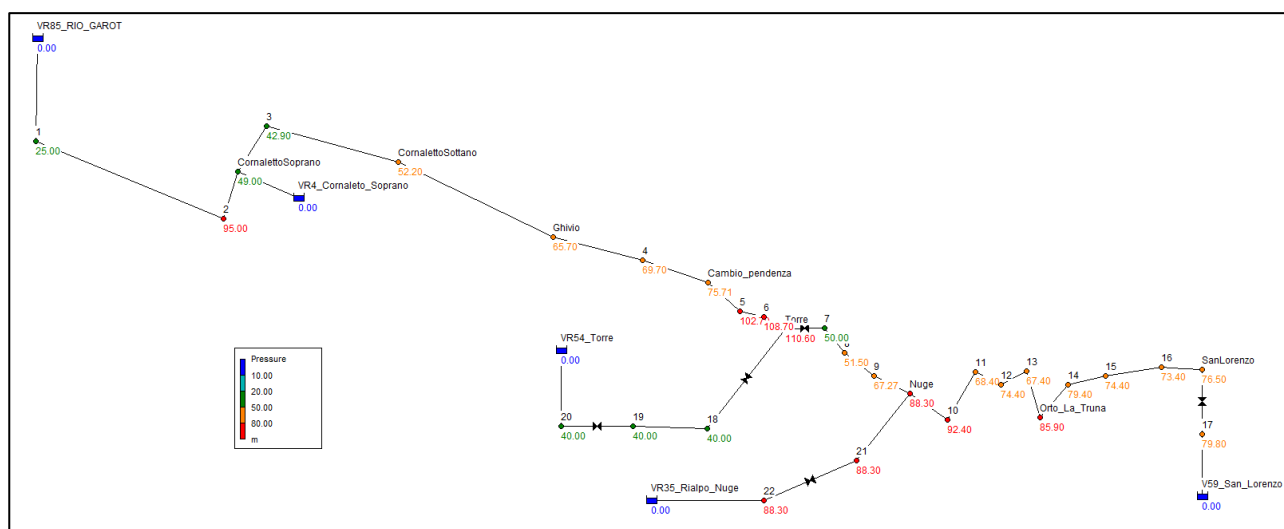


Figura 4 - Pressioni idrostatiche con il riduttore di pressione in funzione

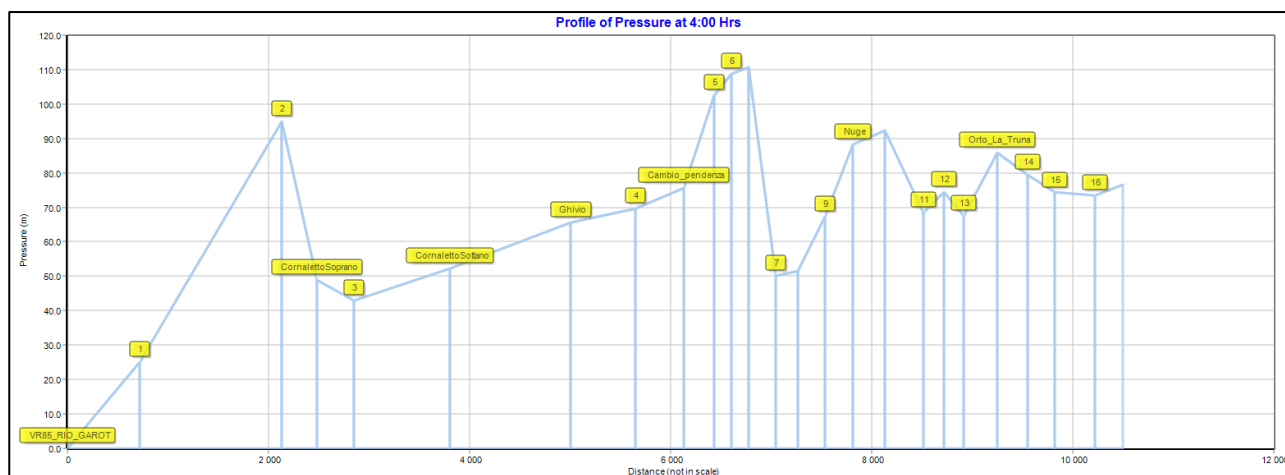


Figura 5 – Profilo delle pressioni idrostatiche con il riduttore di pressione in funzione (punto 6-7)

Visto l'andamento altimetrico, al fine di evitare l'insorgere di depressioni in alcuni punti del tracciato, si prevede di installare una valvola per il mantenimento della pressione di monte nel serbatoio di San Lorenzo. Nelle simulazioni effettuate, il limite inferiore per l'apertura della valvola è stato fissato in 2 bar, valore tale da consentire sia il maggior afflusso al serbatoio, sia pressioni positive lungo tutto il profilo di progetto.

Il dimensionamento della condotta di adduzione al serbatoio di San Lorenzo deve essere in grado di garantire l'intera alimentazione delle utenze anche in condizioni di portata nulla in arrivo dalle sorgenti.

La vasca San Lorenzo, realizzata in calcestruzzo, dispone di un volume di accumulo pari a circa 100 m³, mentre le utenze servite sono circa 30. A tal fine, la portata minima da garantire, sulla base delle recenti carenze idriche è di circa 1 l/s.

4.2 STATO ATTUALE

La vasca di Cornaletto Sottano risulta principalmente alimentata da una condotta DN150 mm in arrivo dalla vasca di Cornaletto Soprano che ne garantisce un'adeguata alimentazione; essa non risulta quindi interessata dall'intervento in progetto.

La vasca Ghivio attualmente non è in funzione e non se ne prevede un suo futuro utilizzo.

La vasca di Cornaletto Soprano è alimentata da una tubazione in acciaio DN150 mm in arrivo dal serbatoio di Rio Garot.

Invece, per quanto riguarda le vasche Torre e Nuge, risultano attualmente alimentate, oltre che dalle rispettive sorgenti, anche da una tubazione utilizzata in condizioni di carenza idrica, dapprima in PEAD DN50 mm e poi in PEAD DN32 mm; essa è collegata sul tubo in acciaio DN150 mm in arrivo da Rio Garot, prima del suo ingresso in vasca.

Al fine di tarare il modello di calcolo e determinare le reali condizioni al contorno, è stata effettuata un'apposita campagna di misure. In particolare, sono state misurate le portate transitanti sia nell'acciaio DN150 mm in ingresso a Cornaletto Soprano sia quelle transitanti nel PEAD DN50 mm in direzione Nuge-Rialpo; dalle misurazioni si evince una portata nel PEAD DN50 mm verso Nuge pari a circa 1 l/s costante e un ingresso al serbatoio costante di 2 l/s con picchi giornalieri di 10 l/s della durata di circa 1 ora. Le pressioni in ingresso si attestano intorno ai 4.7 bar nelle condizioni di portata minima e di 3 bar con la portata massima. Si noti come la pressione non corrisponde a quanto ci si aspetterebbe dai dati iniziali. In particolare in condizioni di portata minima, tenuto conto del grande diametro della condotta rispetto alla portata transitante, la pressione dovrebbe tendere a quella idrostatica, ovvero circa 6 bar; avendo misurato soltanto

4.7 bar risulta evidente come vi siano delle importanti perdite di carico dovute a condizioni di funzionamento ignote. Si noti come lungo il tratto in oggetto, gli interventi di manutenzione/riparazione eseguiti sulla tubazione sono stati esigui, per cui essendo una rete antiquata presenta una certa incertezza.

Visto che le quote altimetriche dei serbatoi sono state direttamente misurate con apposito rilievo topografico, probabilmente le maggiori perdite di carico sono dovute a perdite idriche in vari punti della condotta in acciaio DN150 mm (considerata anche la sua vetustà) oppure dalla presenza di una saracinesca strozzata che causa un'importante perdita di carico puntuale; altra ipotesi potrebbe essere la presenza lungo la tratta Rio Garot – Cornaletto Soprano di un diametro inferiore rispetto a quello in ingresso nella vasca di Cornaletto Soprano.

Al fine di tarare il modello idraulico su Epanet, si è fissata la quota altimetrica del serbatoio di Rio Garot a 935 m slm (14 m in meno di quella reale) e il diametro della condotta in ingresso a Cornaletto Soprano in un acciaio DN125 mm in modo da ottenere le pressioni misurate nelle due condizioni di portata, minima e massima.

4.3 STATO DI PROGETTO – ALTERNATIVA 1

L'alternativa n. 1 prevede l'utilizzo lungo tutto il percorso di progetto, ovvero tra Cornaletto Soprano e San Lorenzo, di una condotta in PE100-RC PN16 DN63 mm, per una lunghezza totale di circa 4.200 m.

Come si nota dalle immagini seguente, la portata massima in ingresso alla vasca San Lorenzo si attesta intorno ai 2.19 l/s, con delle velocità in condotta di 1.06 m/s, mentre la minima sui 2 l/s e velocità di 0.97 m/s.

I valori di velocità nelle condotte sono tali da garantire il corretto deflusso nella tubazione stessa, evitando zone di ristagno e garantendo, al tempo stesso, l'ottimale funzionamento degli organi di manovra presenti lungo la rete.

Si evidenzia come il riduttore di pressione, per come è stato tarato, risulta in posizione di totale apertura. Si noti inoltre come la valvola di mantenimento della pressione venga ad attivarsi, garantendo le pressioni positive in rete.

Per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 7, dove sono presenti i risultati per entrambe le condizioni di portata analizzate.

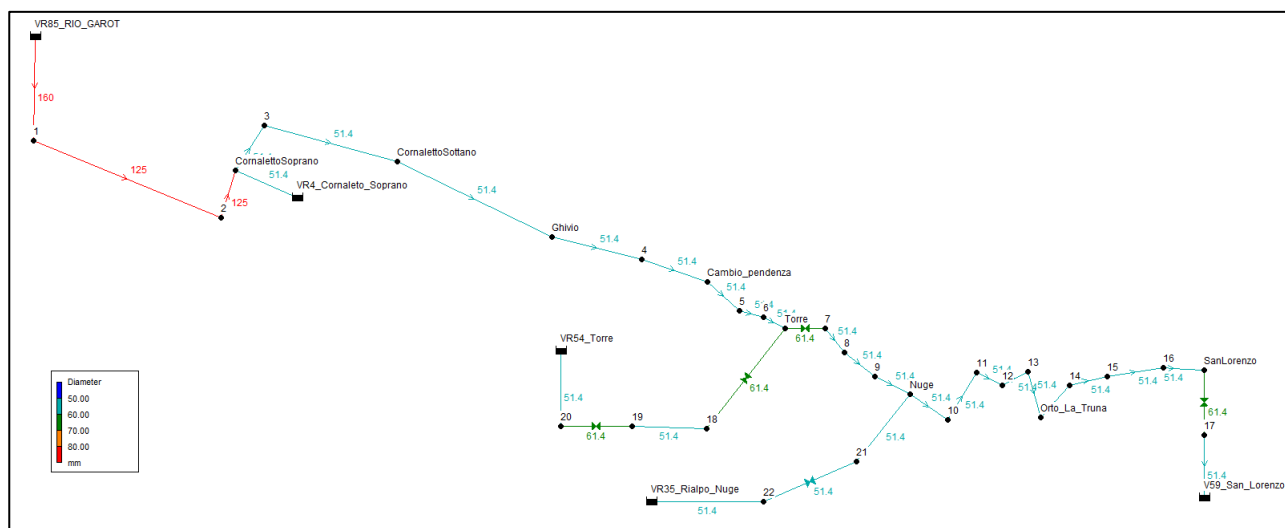


Figura 6 - Alternativa 1 - Diametri della rete

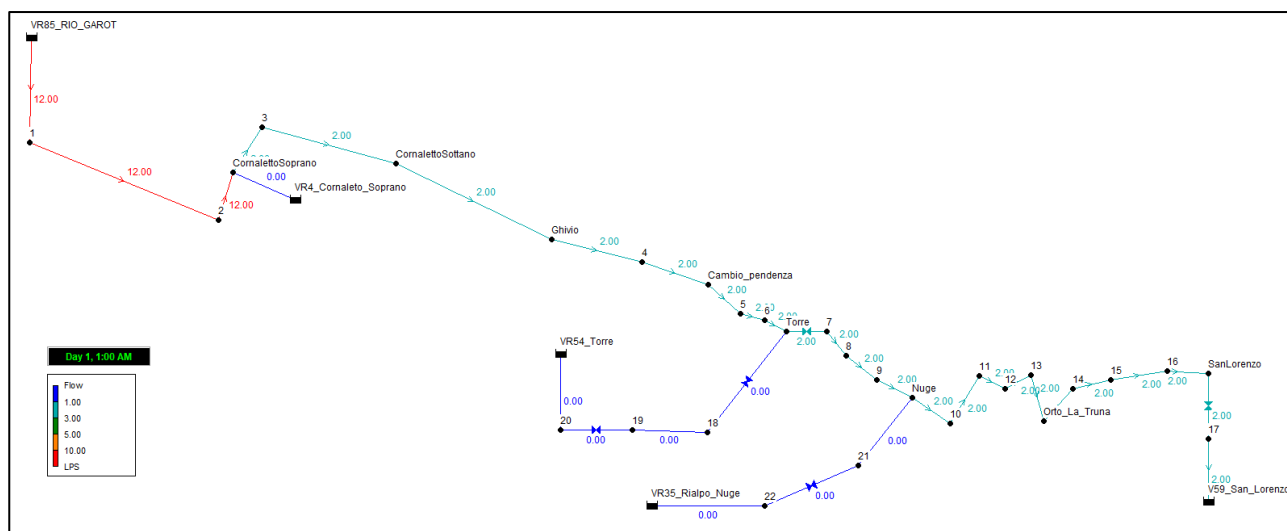


Figura 7 - Alternativa 1 - Portate in condotta

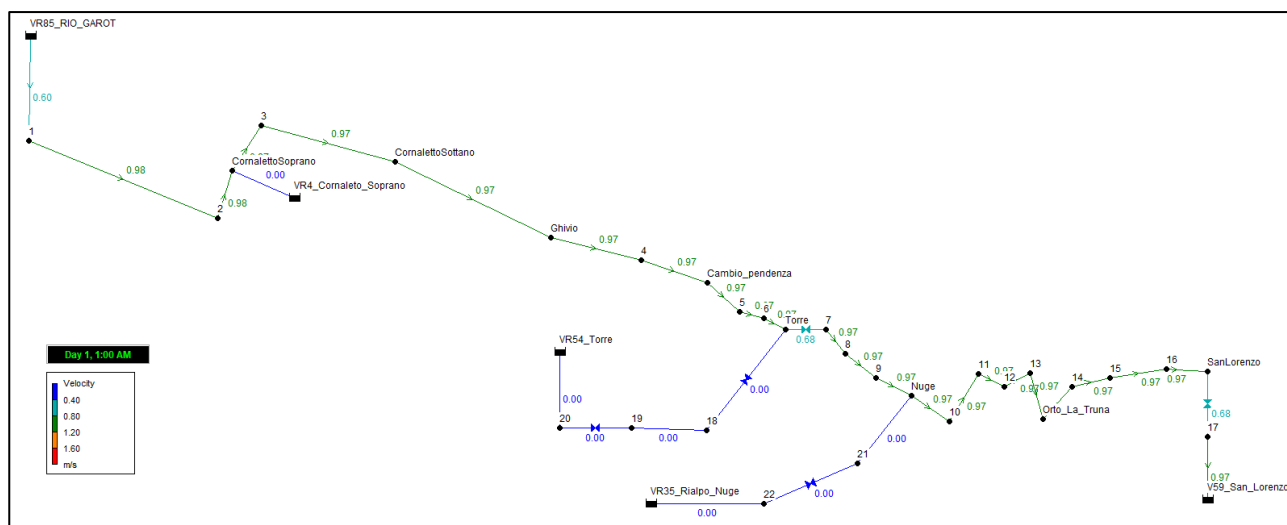


Figura 8 - Alternativa 1 - Velocità in condotta

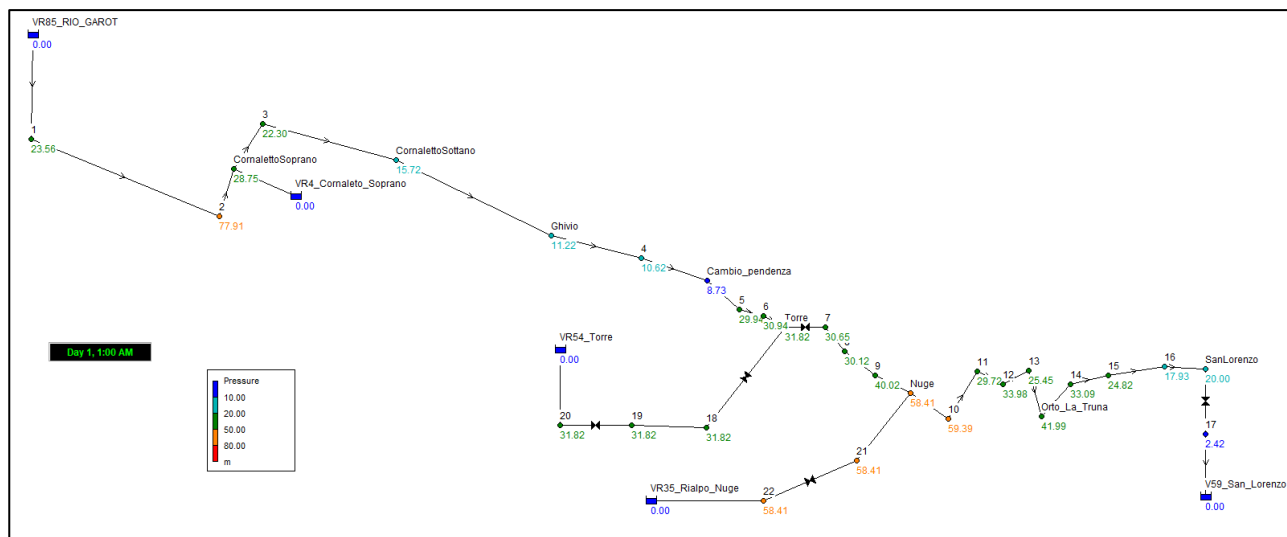


Figura 9 - Alternativa 1 - Pressioni ai nodi

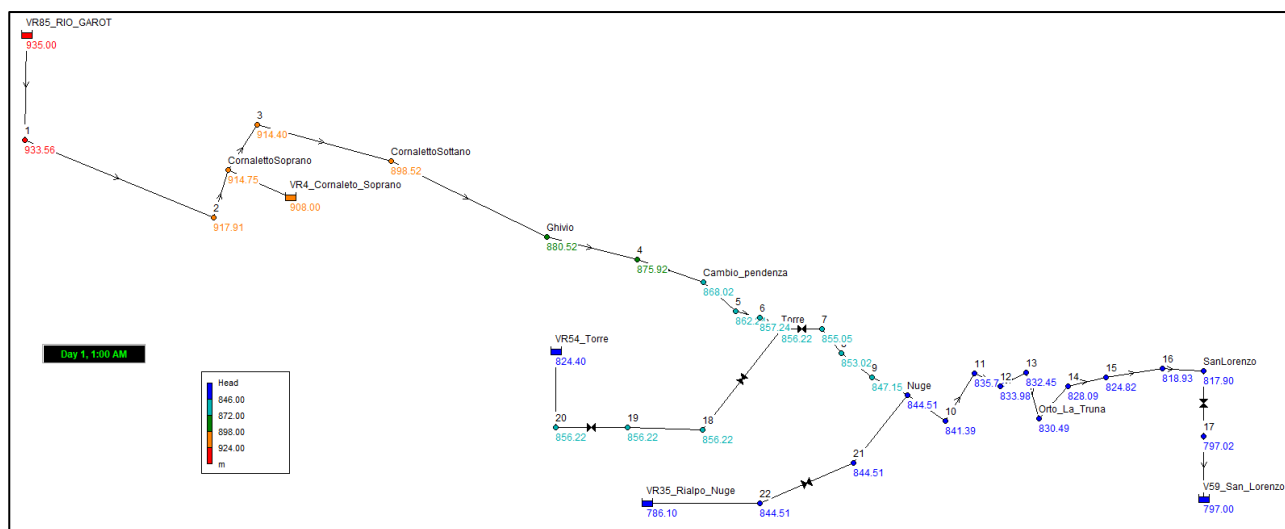


Figura 10 - Alternativa 1 - Carichi ai nodi

4.4 STATO DI PROGETTO – ALTERNATIVA 2

L'alternativa n. 1 prevede l'utilizzo lungo tutto il percorso di progetto, ovvero tra Cornaletto Soprano e San Lorenzo, di una condotta in PE100-RC PN16 DN63 mm, per una lunghezza totale di circa 4.200 m.

Come si nota dalle immagini seguente, la portata massima in ingresso alla vasca San Lorenzo si attesta intorno ai 3.46 l/s, con delle velocità in condotta di 1.17 m/s, mentre la minima sui 3.12 l/s e velocità di 1.05 m/s.

I valori di velocità nelle condotte sono tali da garantire il corretto deflusso nella tubazione stessa, evitando zone di ristagno e garantendo, al tempo stesso, l'ottimale funzionamento degli organi di manovra presenti lungo la rete.

Si evidenzia come il riduttore di pressione, per come è stato tarato, risulta in posizione di totale apertura. Si noti inoltre come la valvola di mantenimento della pressione venga ad attivarsi, garantendo le pressioni positive in rete.

Per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 8, dove sono presenti i risultati per entrambe le condizioni di portata analizzate.

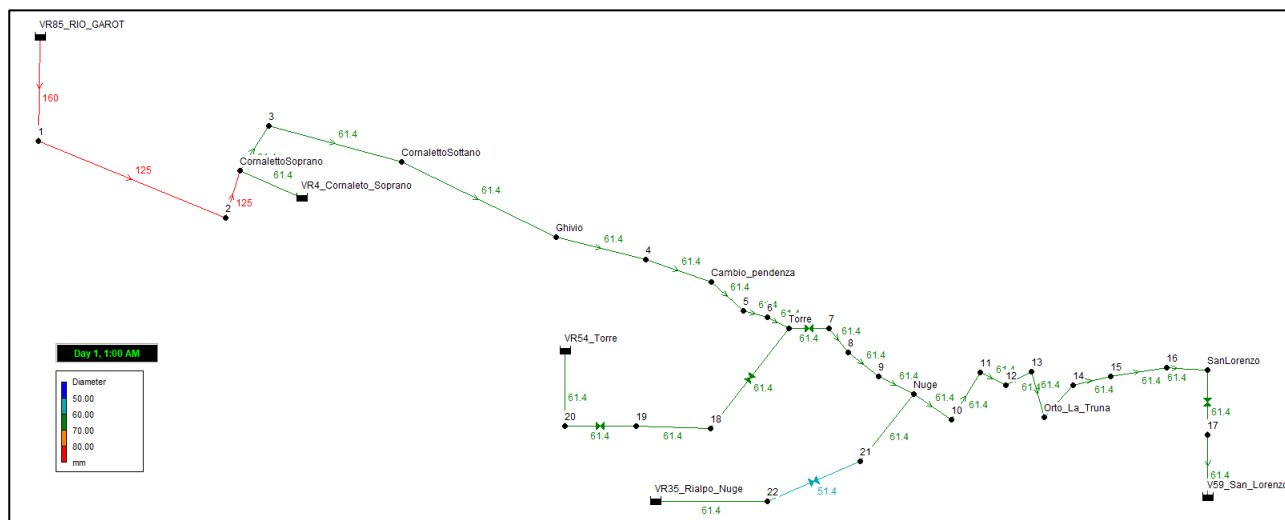


Figura 11 - Alternativa 2 - Diametri della rete

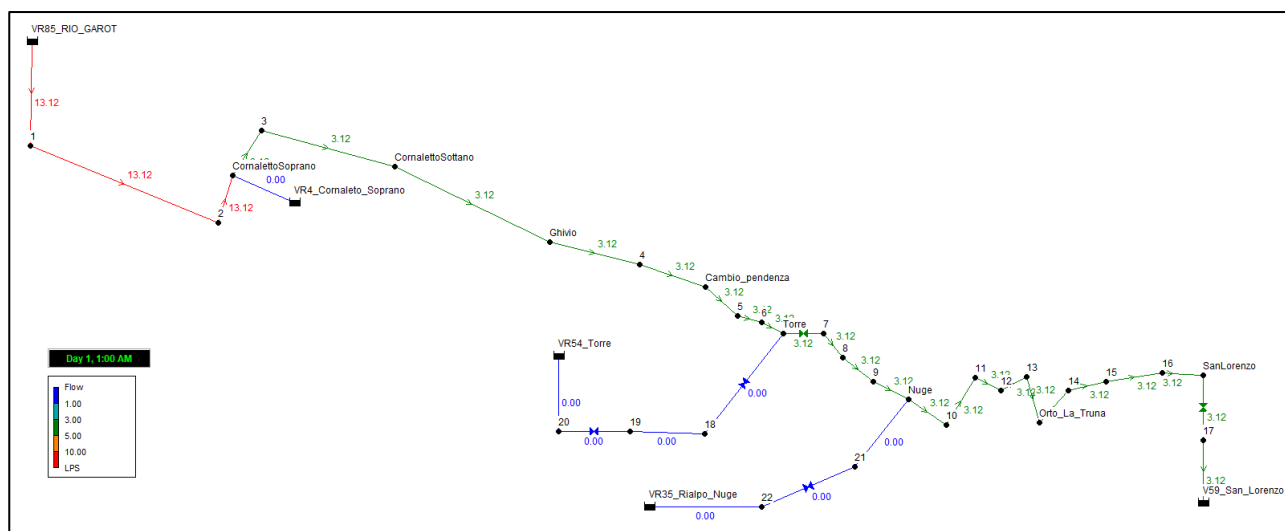


Figura 12 - Alternativa 2 - Portate in condotta

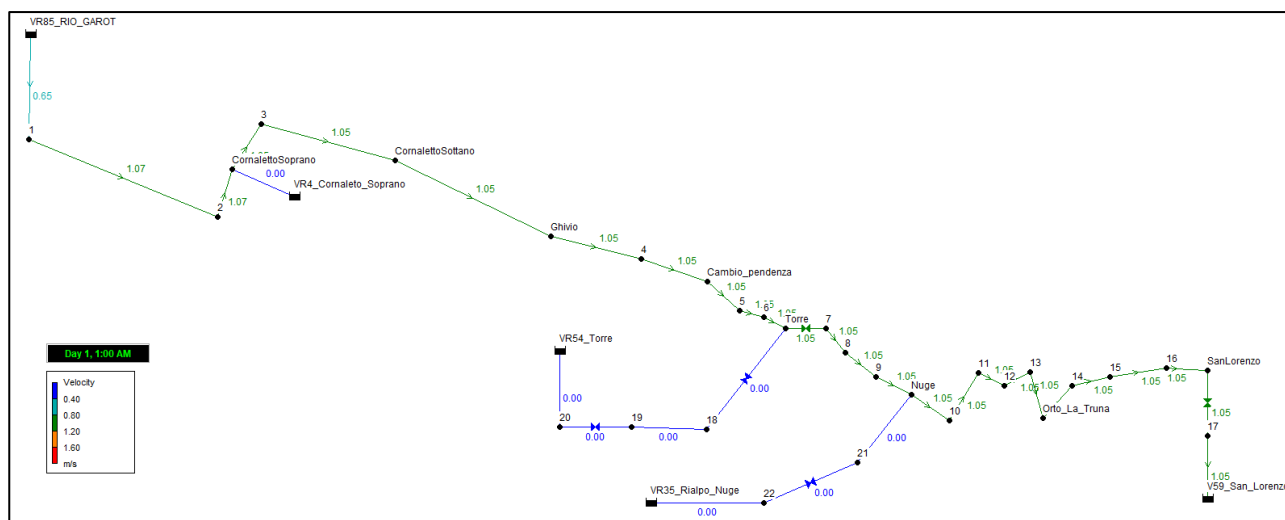


Figura 13 - Alternativa 2 - Velocità in condotta

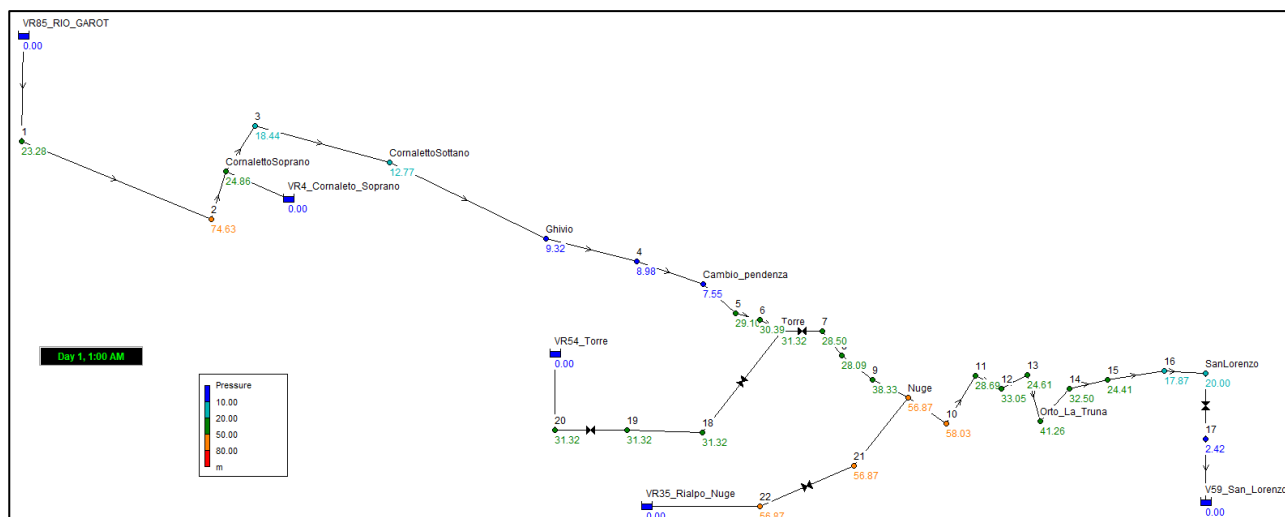


Figura 14 - Alternativa 2 - Pressioni ai nodi

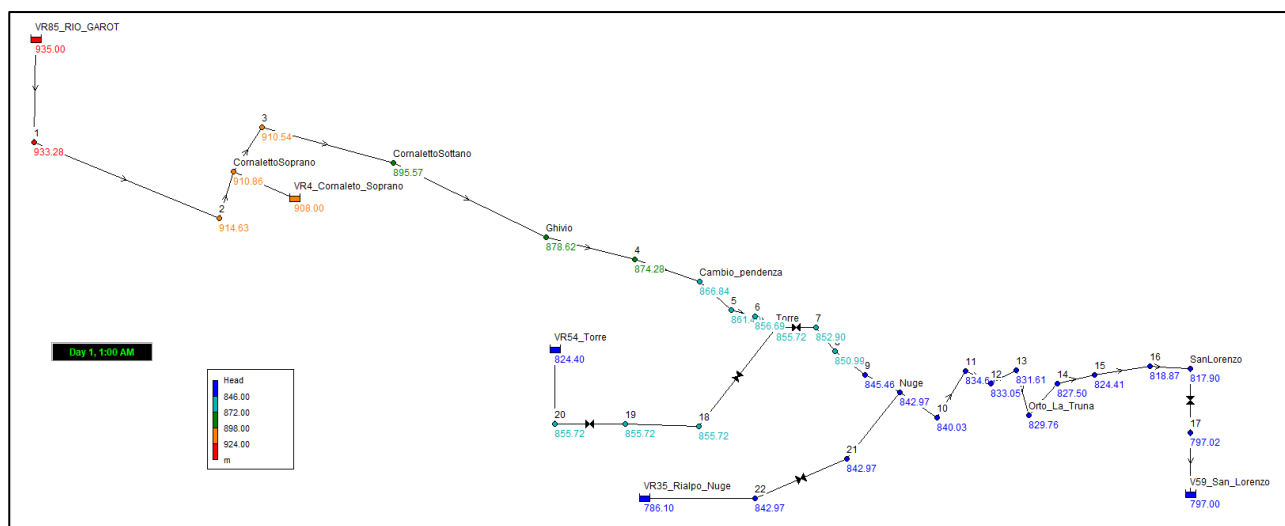


Figura 15 - Alternativa 2 - Carichi ai nodi

4.5 STATO DI PROGETTO – ALTERNATIVA 3

L'alternativa n. 1 prevede l'utilizzo tra Cornaletto Soprano e il cambio di pendenza, di una condotta in PE100-RC PN16 DN90 mm, per una lunghezza di circa 2.140 m e fino a San Lorenzo di una tubazione in PE100-RC PN16 DN75 mm, per una lunghezza di circa 2.065 m

Come si nota dalle immagini seguente, la portata massima in ingresso alla vasca San Lorenzo si attesta intorno ai 4.00 l/s, con delle velocità in condotta di 1.35 m/s, mentre la minima sui 3.60 l/s e velocità di 1.22 m/s.

I valori di velocità nelle condotte sono tali da garantire il corretto deflusso nella tubazione stessa, evitando zone di ristagno e garantendo, al tempo stesso, l'ottimale funzionamento degli organi di manovra presenti lungo la rete.

Si evidenzia come il riduttore di pressione, per come è stato tarato, risulta in posizione di totale apertura. Si noti inoltre come la valvola di mantenimento della pressione venga ad attivarsi, garantendo le pressioni positive in rete.

Per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 9, dove sono presenti i risultati per entrambe le condizioni di portata analizzate.

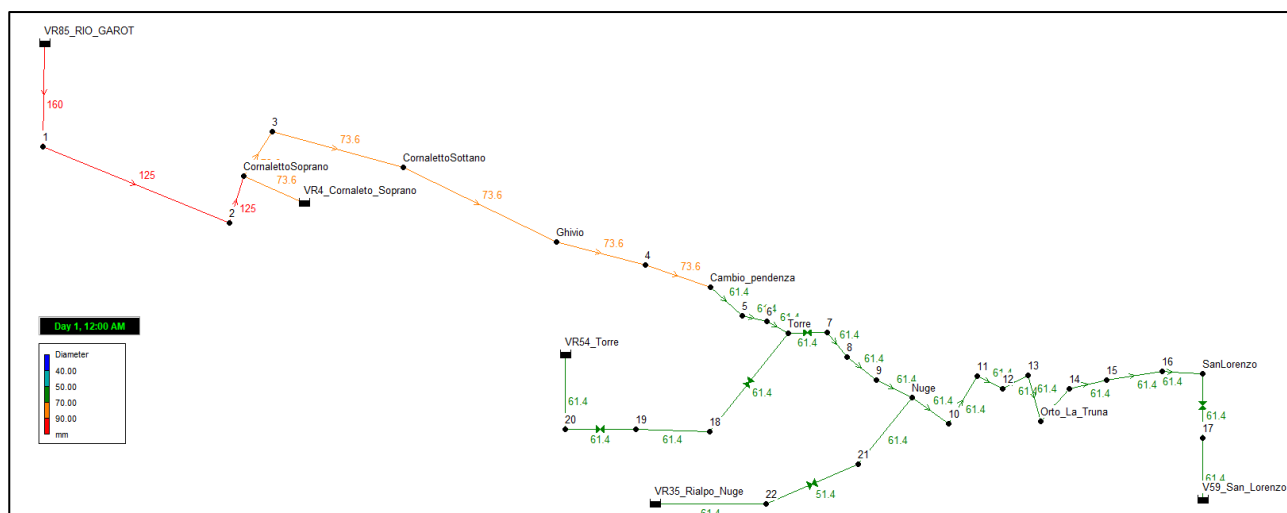


Figura 16 - Alternativa 3 - Diametri della rete

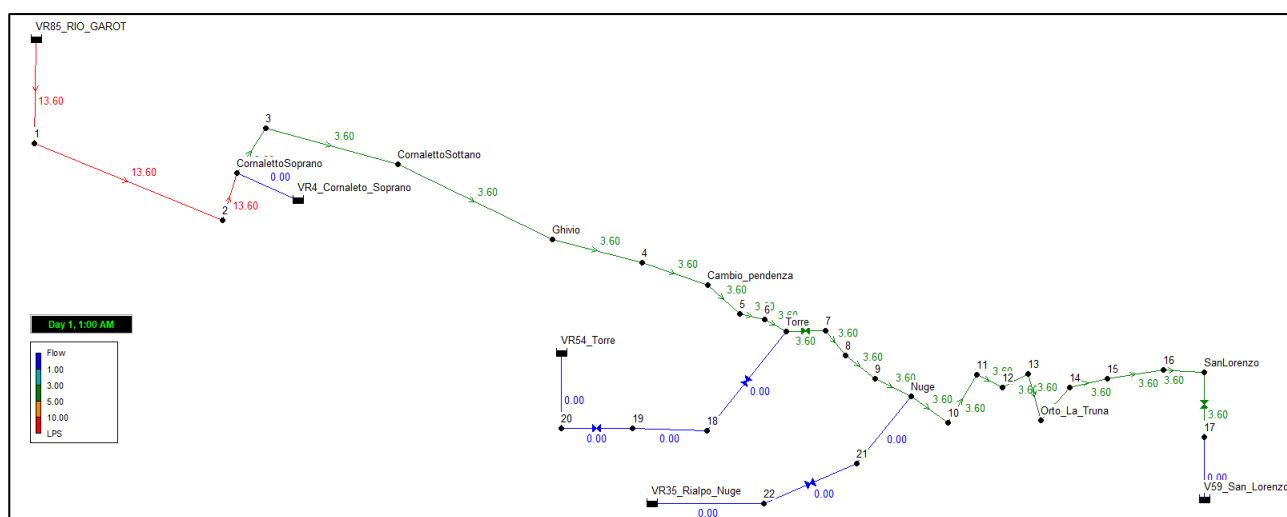


Figura 17 - Alternativa 3 - Portate in condotta

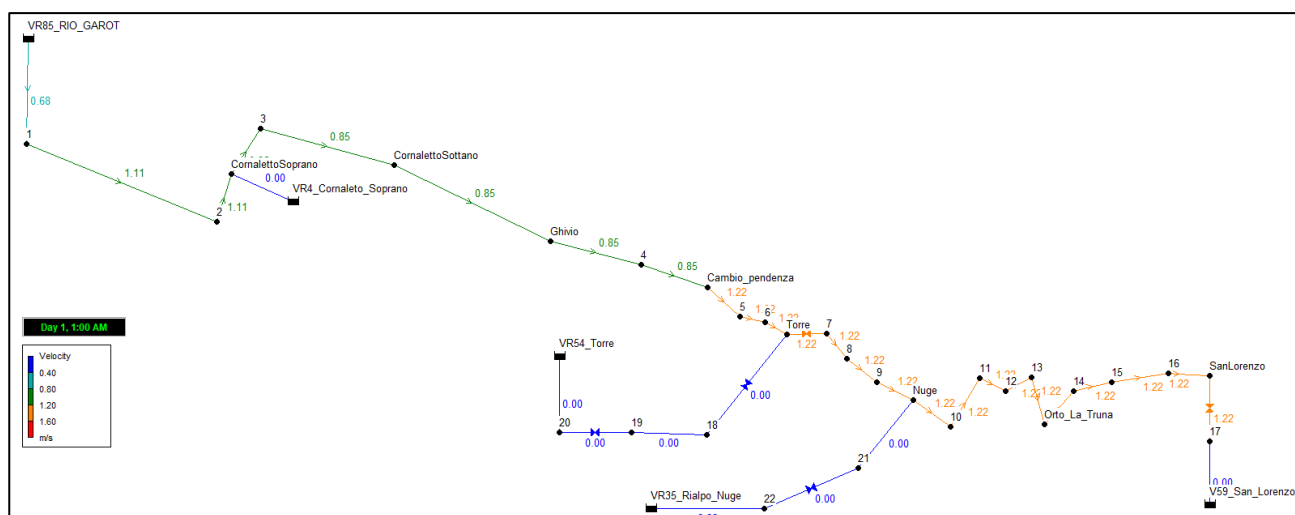


Figura 18 - Alternativa 3 - Velocità in condotta

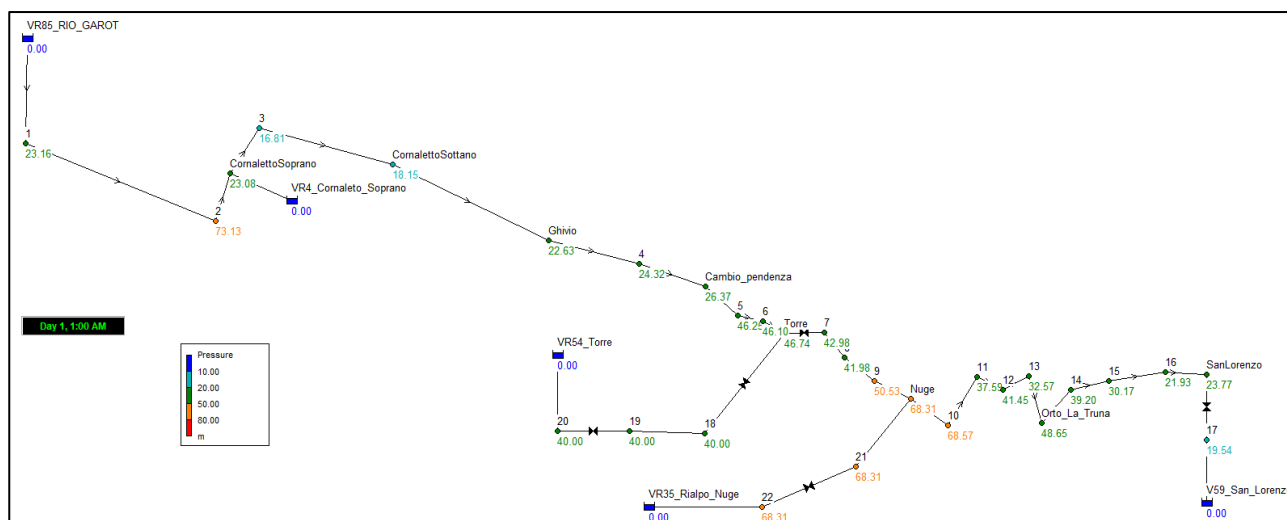


Figura 19 - Alternativa 3 - Pressioni ai nodi

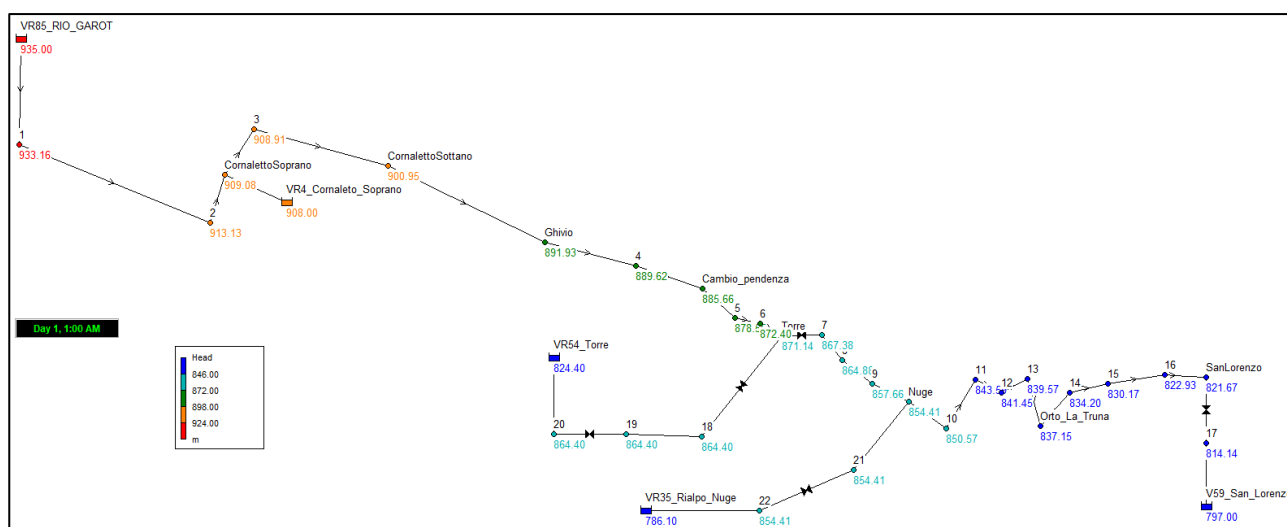


Figura 20 - Alternativa 3 - Carichi ai nodi

5. CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE

5.1 CONSIDERAZIONI ECONOMICHE

Il primo confronto tra le alternative progettuali riguarda l'aspetto economico necessario alla realizzazione dell'opera. Con riferimento al prezzario vigente (Piemonte – anno 2023) si ricavano i seguenti costi:

	u.m.	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Fornitura DN63	(€/m)	9,39	-	-
Posa DN63	(€/m)	3,64	-	-
Lunghezza	(m)	4245	-	-
Totale		55 312,35 €	-	-
Fornitura DN75	(€/m)	-	13,11	13,11
Posa DN75	(€/m)	-	4,93	4,93
Lunghezza	(m)	-	4245	2105
Totale		0,00 €	76 579,80 €	37 974,20 €
Fornitura DN90	(€/m)	-	-	19,00
Posa DN90	(€/m)	-	-	6,36
Lunghezza	(m)	-	-	2140
Totale		-	-	54 270,40
Costo	(€)	54 791,15 €	75 858,20 €	92 244,60 €

Essendo i diametri considerati di piccole dimensioni, la differenza di costo rispetto all'importo lavori totale non è tale da giustificare la scelta di uno rispetto all'altro, rimandando così la scelta del diametro ottimale alle considerazioni di carattere tecnico.

5.2 CONSIDERAZIONI TECNICHE

Avendo dimostrato come per ogni alternativa analizzata si garantiscono almeno 2 l/s alla vasca di San Lorenzo, sufficienti ad alimentare integralmente la frazione, la scelta di una configurazione piuttosto che di un'altra si riduce alla necessità o meno di alimentare anche gli altri serbatoi che si incontrano lungo il percorso, quali Cornaletto Sottano, Ghivio, Torre e Nuge.

La vasca di Cornaletto Sottano risulta principalmente alimentata da una condotta DN150 mm in arrivo dalla vasca di Cornaletto Soprano che ne garantisce un'adeguata alimentazione.

La vasca Ghivio attualmente non è in funzione e non se ne prevede un suo futuro utilizzo.

Invece, per quanto riguarda le vasche Torre e Nuge, risultano attualmente alimentate, oltre che dalle rispettive sorgenti, anche da una tubazione utilizzata in condizioni di carenza idrica, dapprima in PEAD DN50 mm e poi in PEAD DN32 mm. Essendo prevista la dismissione di tale condotta, la portata aggiuntiva nel tratto è pari a quella attuale, ovvero di 1 l/s costanti nella giornata, come risultati dalle misure di portata effettuate sulla condotta esistente. In questa configurazione l'alternativa n. 1 riuscirebbe a convogliare a San Lorenzo meno di 1 l/s. Tale alternativa viene quindi esclusa dalla scelta. L'alternativa n. 2 risponde molto meglio ad un aumento di portata, garantendo sempre almeno 2 l/s a San Lorenzo, ma con un esiguo margine nei confronti di un eventuale futuro aumento di portata.

Considerando l'esiguo aumento, rispetto al costo totale dell'intervento, di prezzo che intercorre tra l'alternativa n. 2 e la n. 3, la scelta progettuale ricade su quest'ultima al fine di sopperire agevolmente alle situazioni di carenza idrica che, negli anni, si stanno facendo sempre più intense.

5.3 RISULTATI ALTERNATIVA 3 – ALIMENTAZIONE NUGE E RIALPO

In questo paragrafo si vuole descrivere il funzionamento della rete nelle condizioni più gravose che possono verificarsi sul sistema, ovvero:

1. Portata minima in Cornaletto Soprano e alimentazione solo San Lorenzo;
2. Portata massima in Cornaletto Soprano e alimentazione solo San Lorenzo;
3. Portata minima in Cornaletto Soprano e alimentazione di Torre, Nuge e San Lorenzo;
4. Portata massima in Cornaletto Soprano e alimentazione di Torre, Nuge e San Lorenzo.

Su Epanet, variando i consumi durante le ore analizzate, è possibile con un unico modello di valutare le configurazioni sopraesposte.

I risultati delle configurazioni 1 e 2 sono già stati descritti al capitolo 4.5 della presente Relazione. Le configurazioni 3 e 4 sono invece volte a calcolare la portata massima convogliabile in tutti i serbatoi contemporaneamente, ovvero nella situazione più gravosa.

A tal fine è necessario prevedere l'installazione di valvole di mantenimento della pressione di monte prima degli ingressi in vasca di Torre e Nuge, rispettivamente tarati a 2.5 bar e 4.5 bar con il principio di dare la priorità del servizio a San Lorenzo e di evitare pericolose depressioni in condotta.

Nella configurazione n. 3, ovvero di esercizio ordinario, si ricavano le portate di 1.20 l/s a Torre, di 1.50 l/s a Nuge e di 2.40 l/s a San Lorenzo.

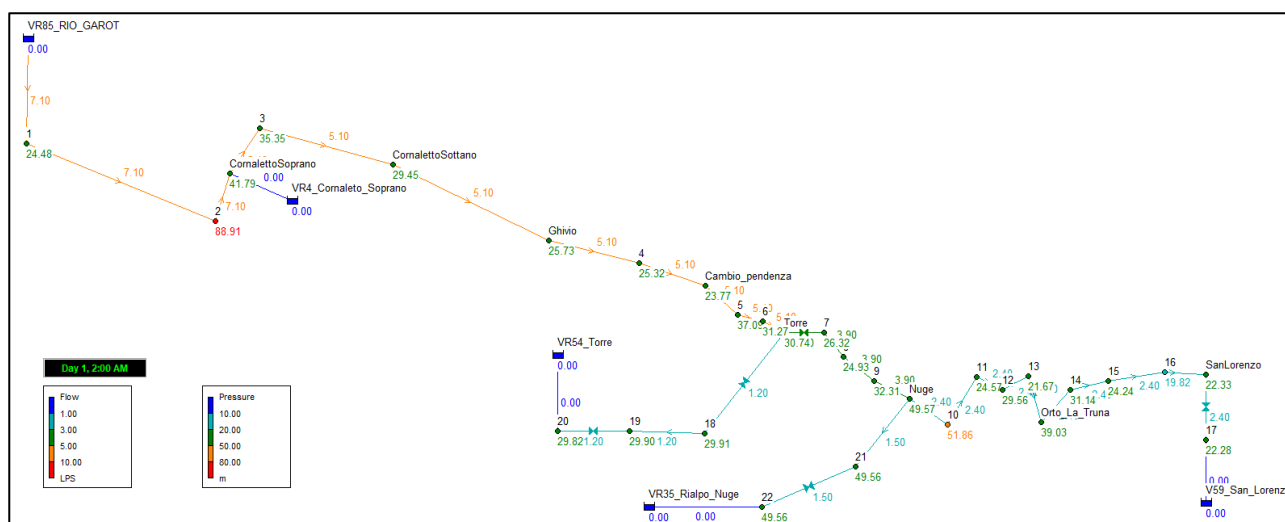


Figura 21 - Alternativa 3.3 – Portate in condotta e pressioni ai nodi – 1.20 l/s a Torre, 1.50 l/s a Nuge e 2.40 l/s a San Lorenzo

Nella configurazione n. 4, ovvero quando la portata in ingresso a Cornaletto Soprano diventa massima, si ottengono le portate di 0.60 l/s a Torre, di 1.50 l/s a Nuge e di 2.25 l/s a San Lorenzo.

Si noti come il serbatoio più sfavorito è quello di Torre a causa della poca pressione disponibile in ingresso causata dalla sua ubicazione altimetrica.

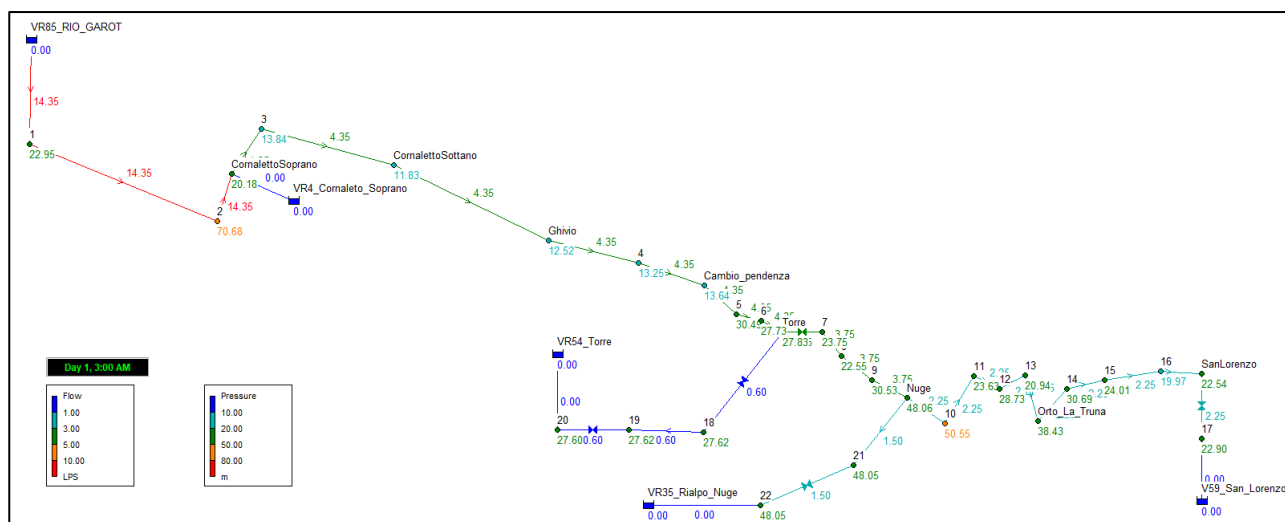


Figura 22 - Alternativa 3.4 – Portate in condotta e pressioni ai nodi – 0.60 l/s a Torre, 1.50 l/s a Nuge e 2.40 l/s a San Lorenzo

5.4 INGRESSI IN VASCA

Come già descritto nei paragrafi precedenti, in corrispondenza degli ingressi in vasca si rende necessaria l'installazione di una valvola per il mantenimento della pressione di monte, onde evitare depressioni in condotta e garantire un corretto bilanciamento del sistema che prevede la priorità di alimentazione al serbatoio di San Lorenzo che presente le maggiori criticità.

Si è dimostrato nel paragrafo 5.3 come anche nella configurazione di portate massime la rete sia in grado di alimentare tutti e 3 i serbatoi in oggetto. Tuttavia, al fine di ottenere un'ottimale funzionamento del sistema, si prevede l'installazione di galleggianti con regolazione del livello tipo MIN-MAX, permettendo così l'ingresso di acqua soltanto quando il livello in vasca dovesse scendere al di sotto di un livello MIN di guardia; tale regolazione permette di dare la priorità all'acqua in arrivo dalle sorgenti durante i periodi in cui le stesse captano acqua a sufficienza per alimentare i serbatoi e attivare la nuova condotta in caso di effettiva necessità. Questo anche per evitare potenziali scompensi sull'alimentazione del centro abitato di Demonte, anch'esso alimentato da Rio Garot.

La regolazione dovrà inoltre essere tale da non far stazionare troppo a lungo l'acqua nella condotta.

Al fine di prevenire le sovrappressioni da colpo d'ariete dovute alla chiusura degli organi di manovra o dei galleggianti nei serbatoi, nonché alle manovre sulle saracinesche in caso di manutenzione, si è prevista l'installazione a monte dell'ingresso nelle vasche di una valvola di sfioro rapido. Tale dispositivo, superata la soglia della pressione di taratura, consente una sua apertura per scaricare rapidamente il volume necessario a mantenere la pressione massima inferiore a quella di taratura. Lo scarico è previsto all'interno delle stesse vasche.

Analogo dispositivo di sfioro rapido è previsto a valle del riduttore di pressione installato nel serbatoio Nuge al fine di proteggere le tubazioni della rete di valle contro le eccessive pressioni che si verrebbero a creare a seguito di un'eventuale rottura o malfunzionamento del riduttore stesso. Anche in questo caso lo scarico è previsto in vasca.

5.5 CALCOLO DELLE SOVRAPPRESSIONI DA COLPO D'ARIE

La taratura dei dispositivi di sfioro viene effettuata in funzione della pressione idrostatica e della massima ammissibile dalle condotte. Il calcolo della sovrappressione da colpo d'ariete è stato effettuato con il programma Allievi sviluppato dal Politecnico di Valencia, sulla base della precedente modellazione

effettuata su Epanet, considerando la condizione più sfavorevole, ovvero di chiusura brusca nel punto terminale della rete, ovvero nel serbatoio di San Lorenzo; la chiusura, imputabile al raggiungimento del livello massimo nella vasca, causa un aumento della pressione che si propaga verso monte con celerità in funzione del materiale della condotta. Si innesca così un ciclo di alternanza tra sovrappressioni e depressioni che possono raggiungere anche valori tendenti al limite di resistenza del materiale. Alla chiusura di San Lorenzo, seguirà la chiusura della valvola di riduzione della pressione non appena il valore di pressione a valle della stessa aumenta oltre la taratura del riduttore stesso; nella modellazione è stata quindi considerata la combinazione delle due chiusure.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti sia in assenza che in presenza degli organi di protezione opportunamente tarati, ovvero:

- Sfiato rapido a monte del riduttore di Torre con apertura a 11.5 bar;
- Sfiato rapido a valle del riduttore di Torre come scarico di emergenza a seguito di malfunzionamenti del riduttore con apertura a 6 bar;
- Sfiato rapido a monte dell'ingresso in vasca di San Lorenzo con apertura a 8 bar.

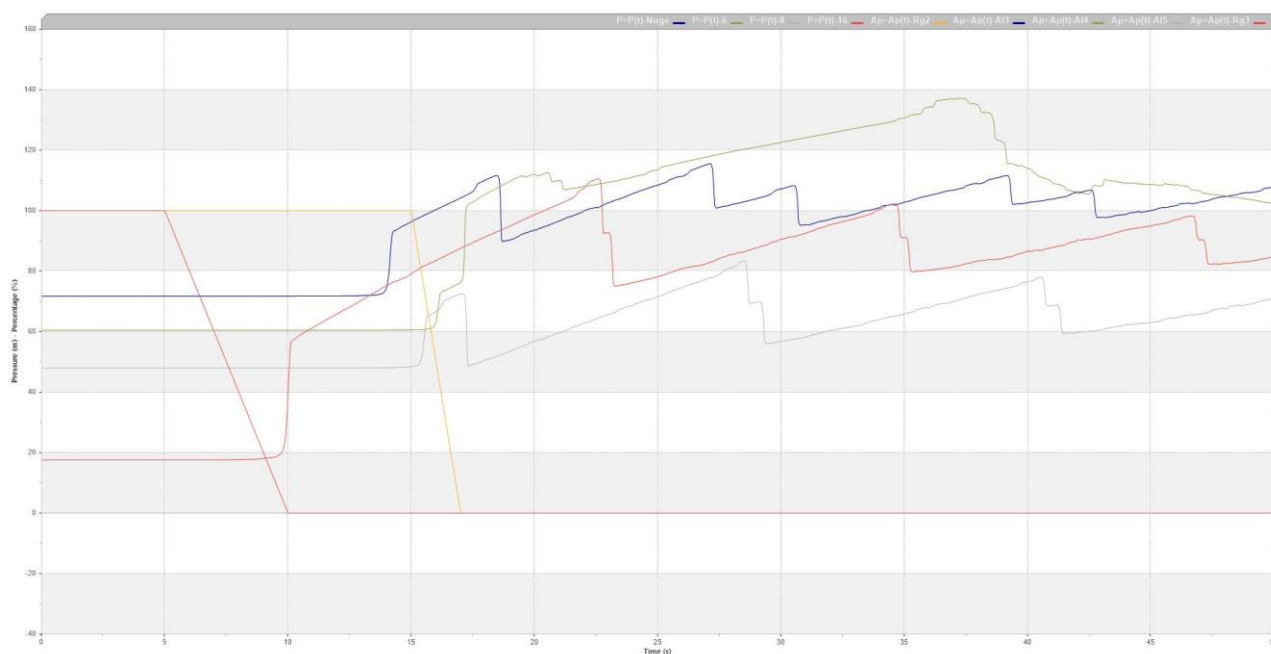


Figura 23 - Sovrappressioni da colpo d'ariete senza organi di protezione - Rg3 in rosso: chiusura a San Lorenzo - Rg2: chiusura in giallo a Torre - monte di Torre in verde, valle di Torre in grigio, Nuge in blu e San Lorenzo in rosso



Figura 24 - Sovrappressioni da colpo d'ariete con organi di protezione: Rg3 in rosso: chiusura a San Lorenzo - Rg2: chiusura in giallo a Torre - sfioro in verde a valle di Torre, in grigio a monte di San Lorenzo e in blu a monte di Torre

Si nota come i valori di sovrappressione si attestano tra i 2 e 3 bar e che tutte e tre le valvole vengono ad attivarsi per ridurre la pressione in condotta.

Di seguito vengono riportate graficamente le portate sfiorate dai vari dispositivi espresse in litri al secondo, tramite cui si andrà a definire il diametro della valvola da installare.

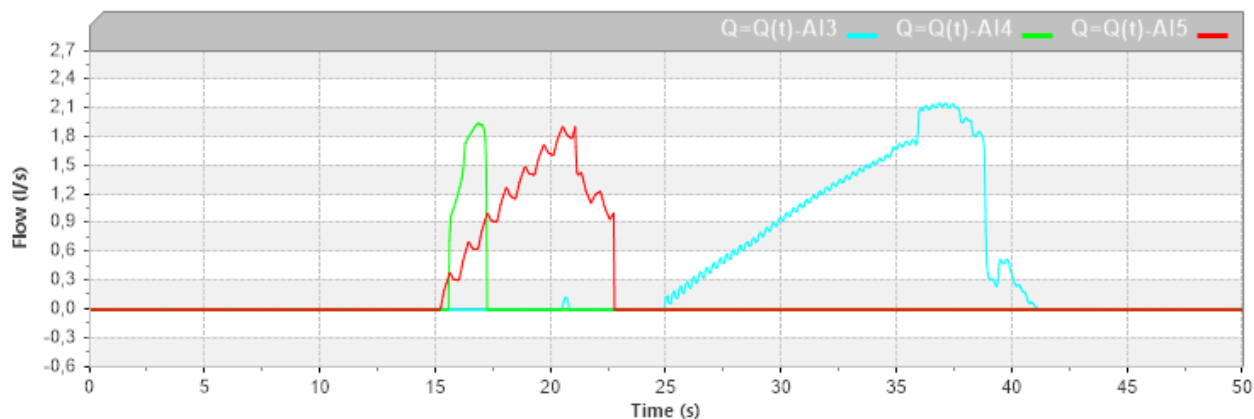


Figura 25 - Portate sfiorate - In ciano sfioro a monte di Torre, in verde a valle di Torre e in rosso a monte di San Lorenzo

Le portate massime si attestano intorno ai 2.1 l/s. Basandosi sui cataloghi tecnici delle valvole, si adotta il DN50 mm per tutti gli sfiori.

6. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono state esposte le diverse configurazioni progettuali sia sotto l'aspetto tecnico, tramite la modellazione idraulica, che economico.

Si è mostrato come in tutte le alternative analizzate sia possibile convogliare almeno 2 l/s alla vasca in località San Lorenzo, sufficienti a soddisfare la richiesta idrica dell'intero bacino di utenze servite.

In conclusione, si è scelto di adottare la configurazione dell'alternativa n. 3, ovvero di posare una condotta in PE100-RC PN16 DN90 mm tra Cornaletto Soprano e il cambio di pendenza per una lunghezza di circa 2.140 m mentre per il restante tratto fino a San Lorenzo, la posa di una tubazione in PE100-RC PN16 DN75 mm, per una lunghezza di circa 2.105 m

La scelta dell'alternativa n. 3 si ritiene essere l'ottimale per il sistema in quanto permette una maggiore flessibilità di esercizio in funzione delle esigenze delle varie zone, alla luce dell'esigua differenza di costo con l'alternativa n. 2, tale da essere marginale rispetto all'importo lavori totale e da non pregiudicare la realizzazione dell'opera.

Gli elaborati progettuali sono stati redatti sulla base della suddetta configurazione.

7. ALLEGATO A – ALTERNATIVA 1

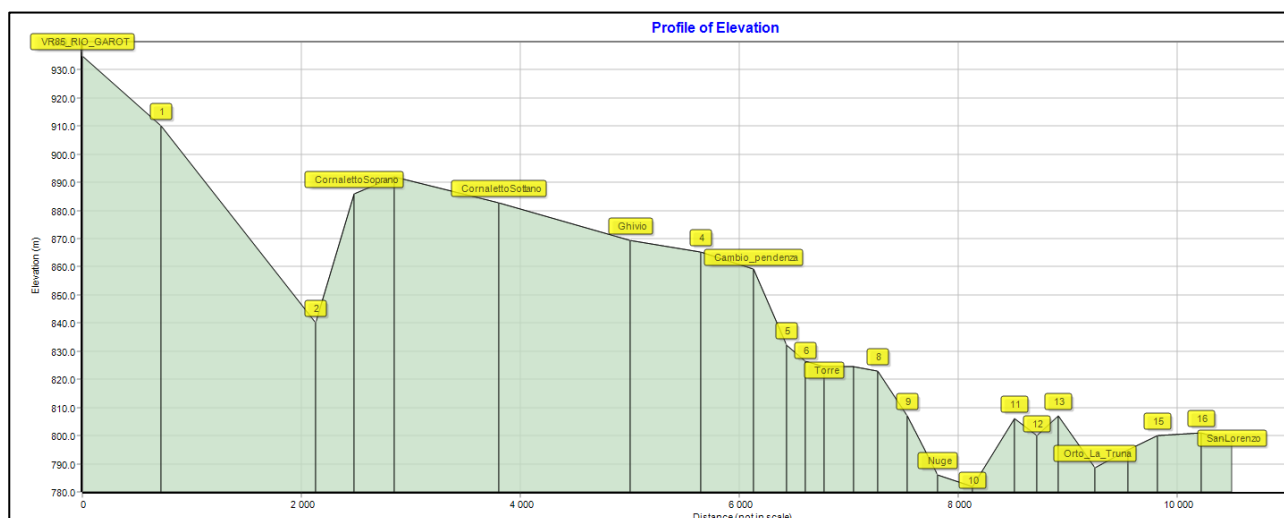


Figura 26 - Profilo del terreno

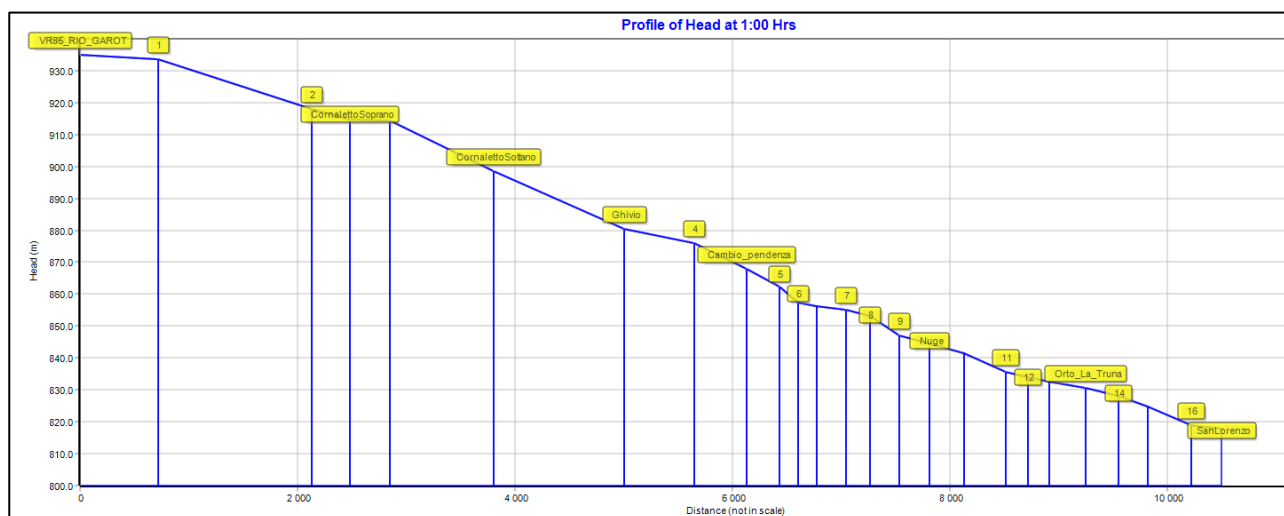


Figura 27 - Profilo dei carichi

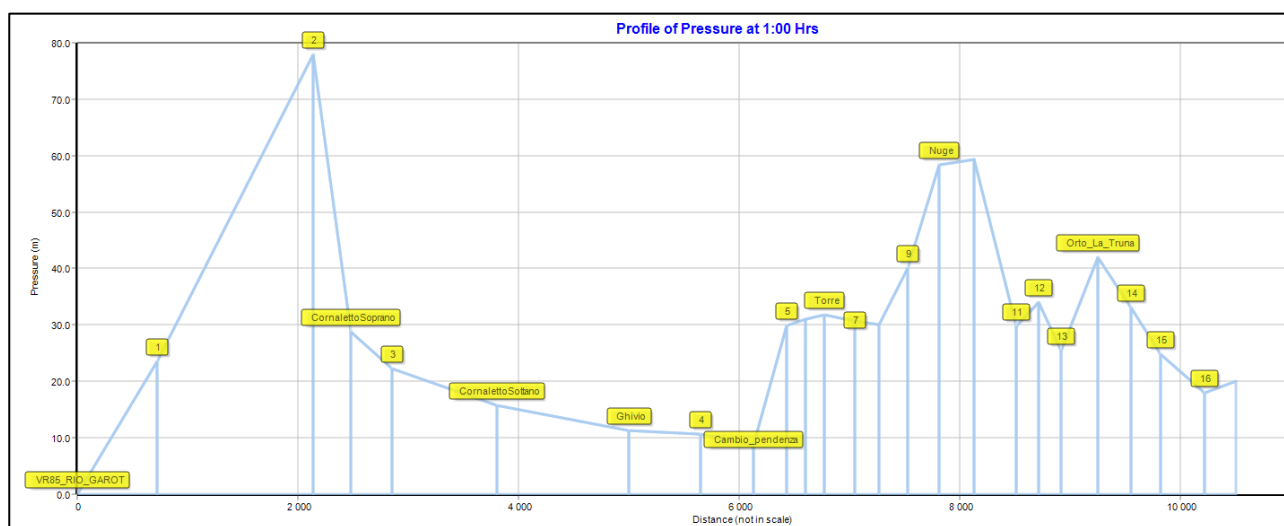


Figura 28 - Profilo delle pressioni

```
*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                 *
*                               Version 2.2                               *
*****
```

Input File: 12-DN63 tracciato alternativo.net

UM00041 - Lavori di sostituzione e potenziamento rete di adduzione a servizio delle Località Rialpo e San Lorenzo

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm	
P28	22	VR35_Rialpo_Nuge	1	51.4	
P1	VR85_RIO_GAROT	1	416	160	
P2	1	2	1239	125	
P3	2	CornalettoSoprano	250	125	
P25	CornalettoSoprano	VR4_Cornaletto_Soprano	1	51.4	
P4	CornalettoSoprano	3	16	51.4	
P5	3	CornalettoSottano	728	51.4	
P6	CornalettoSottano	Ghivio	825	51.4	
P7	Ghivio	4	211	51.4	
P8	4	Cambio_pendenza	362	51.4	
P9	Cambio_pendenza	5	265	51.4	
P10	5	6	229	51.4	
P11	6	Torre	47	51.4	
P12	7	8	93	51.4	
P13	8	9	269	51.4	
P14	9	Nuge	121	51.4	
P15	Nuge	10	143	51.4	
P16	10	11	260	51.4	
P17	11	12	80	51.4	
P18	12	13	70	51.4	
P19	13	Orto_La_Truna	90	51.4	
P20	Orto_La_Truna	14	110	51.4	
P21	14	15	150	51.4	
P22	15	16	270	51.4	
P23	16	SanLorenzo	47	51.4	
P24	17	V59_San_Lorenzo	1	51.4	
P31	18	19	1	51.4	
P32	Nuge	21	1	51.4	
P34	20	VR54_Torre	1	51.4	
1	SanLorenzo	17	#N/A	61.4	Valve
2	Torre	7	#N/A	61.4	Valve
5	21	22	#N/A	51.4	Valve
7	Torre	18	#N/A	61.4	Valve
10	19	20	#N/A	61.4	Valve

Node Results at 0:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	891.95	22.65	0.00
Torre	0.00	863.22	38.82	0.00
Nuge	0.00	849.36	63.26	0.00
1	0.00	934.81	24.81	0.00
2	0.00	932.82	92.82	0.00
CornalettoSoprano	2.00	932.42	46.42	0.00
3	0.00	932.00	39.90	0.00
CornalettoSottano	0.00	913.23	30.43	0.00
4	0.00	886.51	21.21	0.00
Cambio_pendenza	0.00	877.17	17.88	0.00
5	0.00	870.34	38.04	0.00
6	0.00	864.43	38.13	0.00
8	0.00	859.42	36.52	0.00
9	0.00	852.48	45.35	0.00
10	0.00	845.68	63.68	0.00
11	0.00	838.97	32.97	0.00
12	0.00	836.91	36.91	0.00
13	0.00	835.10	28.10	0.00

Orto_La_Truna	0.00	832.78	44.28	0.00
14	0.00	829.94	34.94	0.00
15	0.00	826.08	26.08	0.00
16	0.00	819.11	18.11	0.00
SanLorenzo	0.00	817.90	20.00	0.00
17	0.00	797.03	2.43	0.00
7	0.00	861.82	37.42	0.00
20	0.00	863.22	38.82	0.00
22	0.00	849.36	63.26	0.00
18	0.00	863.22	38.82	0.00
19	0.00	863.22	38.82	0.00
21	0.00	849.36	63.26	0.00
VR4_Cornaleto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	2.19	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-4.19	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 0:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	4.19	0.21	0.45	Open
P2	4.19	0.34	1.61	Open
P3	4.19	0.34	1.61	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	2.19	1.06	25.79	Open
P5	2.19	1.06	25.79	Open
P6	2.19	1.06	25.79	Open
P7	2.19	1.06	25.79	Open
P8	2.19	1.06	25.79	Open
P9	2.19	1.06	25.79	Open
P10	2.19	1.06	25.79	Open
P11	2.19	1.06	25.79	Open
P12	2.19	1.06	25.79	Open
P13	2.19	1.06	25.79	Open
P14	2.19	1.06	25.79	Open
P15	2.19	1.06	25.79	Open
P16	2.19	1.06	25.79	Open
P17	2.19	1.06	25.79	Open
P18	2.19	1.06	25.79	Open
P19	2.19	1.06	25.79	Open
P20	2.19	1.06	25.79	Open
P21	2.19	1.06	25.79	Open
P22	2.19	1.06	25.79	Open
P23	2.19	1.06	25.79	Open
P24	2.19	1.06	25.82	Open
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	2.19	0.74	20.87	Active Valve
2	2.19	0.74	1.40	Open Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	0.00	Open Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve

Node Results at 1:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	880.52	11.22	0.00
Torre	0.00	856.22	31.82	0.00
Nuge	0.00	844.51	58.41	0.00
1	0.00	933.56	23.56	0.00
2	0.00	917.91	77.91	0.00
CornalettoSoprano	10.00	914.75	28.75	0.00
3	0.00	914.40	22.30	0.00
CornalettoSottano	0.00	898.52	15.72	0.00
4	0.00	875.92	10.62	0.00
Cambio_pendenza	0.00	868.02	8.73	0.00
5	0.00	862.24	29.94	0.00
6	0.00	857.24	30.94	0.00
8	0.00	853.02	30.12	0.00

9	0.00	847.15	40.02	0.00
10	0.00	841.39	59.39	0.00
11	0.00	835.72	29.72	0.00
12	0.00	833.98	33.98	0.00
13	0.00	832.45	25.45	0.00
Orto_La_Truna	0.00	830.49	41.99	0.00
14	0.00	828.09	33.09	0.00
15	0.00	824.82	24.82	0.00
16	0.00	818.93	17.93	0.00
SanLorenzo	0.00	817.90	20.00	0.00
17	0.00	797.02	2.42	0.00
7	0.00	855.05	30.65	0.00
20	0.00	856.22	31.82	0.00
22	0.00	844.51	58.41	0.00
18	0.00	856.22	31.82	0.00
19	0.00	856.22	31.82	0.00
21	0.00	844.51	58.41	0.00
VR4_Cornaletto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	2.00	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-12.00	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 1:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	12.00	0.60	3.46	Open
P2	12.00	0.98	12.63	Open
P3	12.00	0.98	12.63	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	2.00	0.97	21.82	Open
P5	2.00	0.97	21.82	Open
P6	2.00	0.97	21.82	Open
P7	2.00	0.97	21.82	Open
P8	2.00	0.97	21.82	Open
P9	2.00	0.97	21.82	Open
P10	2.00	0.97	21.82	Open
P11	2.00	0.97	21.82	Open
P12	2.00	0.97	21.82	Open
P13	2.00	0.97	21.82	Open
P14	2.00	0.97	21.82	Open
P15	2.00	0.97	21.81	Open
P16	2.00	0.97	21.81	Open
P17	2.00	0.97	21.81	Open
P18	2.00	0.97	21.82	Open
P19	2.00	0.97	21.81	Open
P20	2.00	0.97	21.81	Open
P21	2.00	0.97	21.81	Open
P22	2.00	0.97	21.81	Open
P23	2.00	0.97	21.81	Open
P24	2.00	0.97	21.80	Open
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	2.00	0.68	20.88	Active Valve
2	2.00	0.68	1.17	Open Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	0.00	Open Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve

8. ALLEGATO B – ALTERNATIVA 2

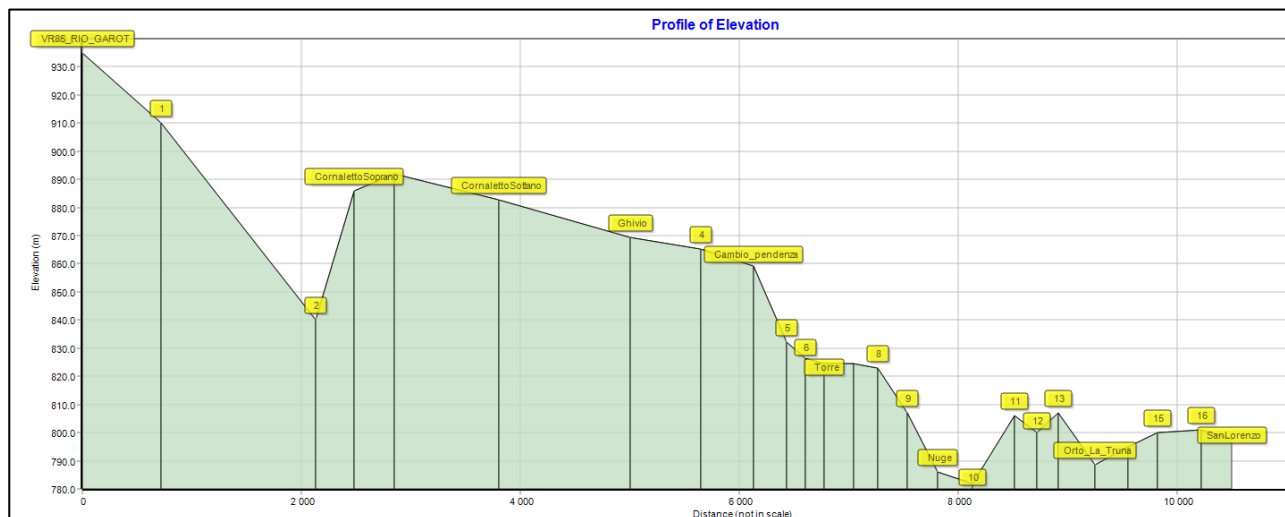


Figura 29 - Profilo del terreno

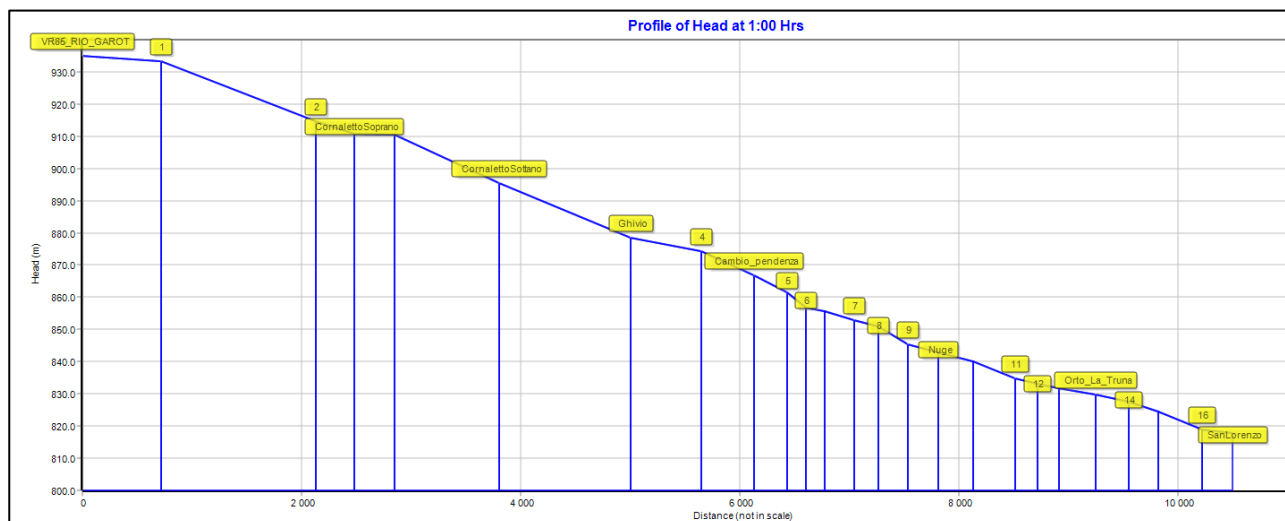


Figura 30 - Profilo dei carichi

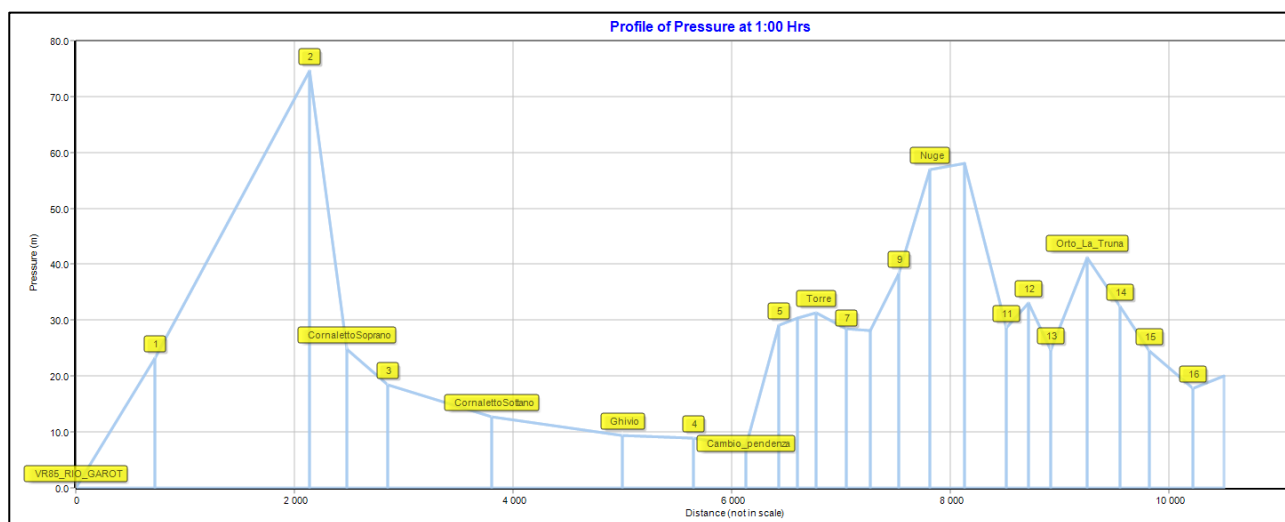


Figura 31 - Profilo delle pressioni

```
*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                   *
*                               Version 2.2                                 *
*****
```

Input File: 12-DN75 tracciato alternativo.net

UM00041 - Lavori di sostituzione e potenziamento rete di adduzione a servizio delle Località Rialpo e San Lorenzo

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm	
P28	22	VR35_Rialpo_Nuge	1	61.4	
P1	VR85_RIO_GAROT	1	416	160	
P2	1	2	1239	125	
P3	2	CornalettoSoprano	250	125	
P25	CornalettoSoprano	VR4_Cornaletto_Soprano	1	61.4	
P4	CornalettoSoprano	3	16	61.4	
P5	3	CornalettoSottano	728	61.4	
P6	CornalettoSottano	Ghivio	825	61.4	
P7	Ghivio	4	211	61.4	
P8	4	Cambio_pendenza	362	61.4	
P9	Cambio_pendenza	5	265	61.4	
P10	5	6	229	61.4	
P11	6	Torre	47	61.4	
P12	7	8	93	61.4	
P13	8	9	269	61.4	
P14	9	Nuge	121	61.4	
P15	Nuge	10	143	61.4	
P16	10	11	260	61.4	
P17	11	12	80	61.4	
P18	12	13	70	61.4	
P19	13	Orto_La_Truna	90	61.4	
P20	Orto_La_Truna	14	110	61.4	
P21	14	15	150	61.4	
P22	15	16	270	61.4	
P23	16	SanLorenzo	47	61.4	
P24	17	V59_San_Lorenzo	1	61.4	
P31	18	19	1	61.4	
P32	Nuge	21	1	61.4	
P34	20	VR54_Torre	1	61.4	
1	SanLorenzo	17	#N/A	61.4	Valve
2	Torre	7	#N/A	61.4	Valve
5	21	22	#N/A	51.4	Valve
7	Torre	18	#N/A	61.4	Valve
10	19	20	#N/A	61.4	Valve

Node Results at 0:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	891.58	22.28	0.00
Torre	0.00	863.82	39.42	0.00
Nuge	0.00	848.30	62.20	0.00
1	0.00	934.69	24.69	0.00
2	0.00	931.36	91.36	0.00
CornalettoSoprano	2.00	930.68	44.68	0.00
3	0.00	930.29	38.19	0.00
CornalettoSottano	0.00	912.14	29.34	0.00
4	0.00	886.32	21.02	0.00
Cambio_pendenza	0.00	877.30	18.01	0.00
5	0.00	870.70	38.40	0.00
6	0.00	864.99	38.69	0.00
8	0.00	858.02	35.12	0.00
9	0.00	851.32	44.19	0.00
10	0.00	844.74	62.74	0.00
11	0.00	838.26	32.26	0.00
12	0.00	836.27	36.27	0.00
13	0.00	834.52	27.52	0.00
Orto_La_Truna	0.00	832.28	43.78	0.00

14	0.00	829.54	34.54	0.00
15	0.00	825.80	25.80	0.00
16	0.00	819.07	18.07	0.00
SanLorenzo	0.00	817.90	20.00	0.00
17	0.00	797.02	2.42	0.00
7	0.00	860.34	35.94	0.00
20	0.00	863.82	39.42	0.00
22	0.00	848.30	62.20	0.00
18	0.00	863.82	39.42	0.00
19	0.00	863.82	39.42	0.00
21	0.00	848.30	62.20	0.00
VR4_Cornaletto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	3.46	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-5.46	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 0:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	5.46	0.27	0.75	Open
P2	5.46	0.44	2.69	Open
P3	5.46	0.44	2.69	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	3.46	1.17	24.92	Open
P5	3.46	1.17	24.92	Open
P6	3.46	1.17	24.92	Open
P7	3.46	1.17	24.92	Open
P8	3.46	1.17	24.92	Open
P9	3.46	1.17	24.92	Open
P10	3.46	1.17	24.92	Open
P11	3.46	1.17	24.92	Open
P12	3.46	1.17	24.92	Open
P13	3.46	1.17	24.92	Open
P14	3.46	1.17	24.92	Open
P15	3.46	1.17	24.92	Open
P16	3.46	1.17	24.92	Open
P17	3.46	1.17	24.92	Open
P18	3.46	1.17	24.92	Open
P19	3.46	1.17	24.92	Open
P20	3.46	1.17	24.92	Open
P21	3.46	1.17	24.92	Open
P22	3.46	1.17	24.92	Open
P23	3.46	1.17	24.92	Open
P24	3.46	1.17	24.93	Open
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	3.46	1.17	20.88	Active Valve
2	3.46	1.17	3.48	Open Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	0.00	Open Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve

Node Results at 1:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	878.62	9.32	0.00
Torre	0.00	855.72	31.32	0.00
Nuge	0.00	842.97	56.87	0.00
1	0.00	933.28	23.28	0.00
2	0.00	914.63	74.63	0.00
CornalettoSoprano	10.00	910.86	24.86	0.00
3	0.00	910.54	18.44	0.00
CornalettoSottano	0.00	895.57	12.77	0.00
4	0.00	874.28	8.98	0.00
Cambio_pendenza	0.00	866.84	7.55	0.00
5	0.00	861.40	29.10	0.00
6	0.00	856.69	30.39	0.00
8	0.00	850.99	28.09	0.00
9	0.00	845.46	38.33	0.00

10	0.00	840.03	58.03	0.00
11	0.00	834.69	28.69	0.00
12	0.00	833.05	33.05	0.00
13	0.00	831.61	24.61	0.00
Orto_La_Truna	0.00	829.76	41.26	0.00
14	0.00	827.50	32.50	0.00
15	0.00	824.41	24.41	0.00
16	0.00	818.87	17.87	0.00
SanLorenzo	0.00	817.90	20.00	0.00
17	0.00	797.02	2.42	0.00
7	0.00	852.90	28.50	0.00
20	0.00	855.72	31.32	0.00
22	0.00	842.97	56.87	0.00
18	0.00	855.72	31.32	0.00
19	0.00	855.72	31.32	0.00
21	0.00	842.97	56.87	0.00
VR4_Cornaleto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	3.12	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-13.12	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 1:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	13.12	0.65	4.12	Open
P2	13.12	1.07	15.06	Open
P3	13.12	1.07	15.06	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	3.12	1.05	20.55	Open
P5	3.12	1.05	20.55	Open
P6	3.12	1.05	20.55	Open
P7	3.12	1.05	20.55	Open
P8	3.12	1.05	20.55	Open
P9	3.12	1.05	20.55	Open
P10	3.12	1.05	20.55	Open
P11	3.12	1.05	20.55	Open
P12	3.12	1.05	20.55	Open
P13	3.12	1.05	20.55	Open
P14	3.12	1.05	20.55	Open
P15	3.12	1.05	20.55	Open
P16	3.12	1.05	20.55	Open
P17	3.12	1.05	20.55	Open
P18	3.12	1.05	20.55	Open
P19	3.12	1.05	20.55	Open
P20	3.12	1.05	20.55	Open
P21	3.12	1.05	20.55	Open
P22	3.12	1.05	20.55	Open
P23	3.12	1.05	20.55	Open
P24	3.12	1.05	20.54	Open
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	3.12	1.05	20.88	Active Valve
2	3.12	1.05	2.83	Open Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	0.00	Open Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve

9. ALLEGATO C – ALTERNATIVA 3

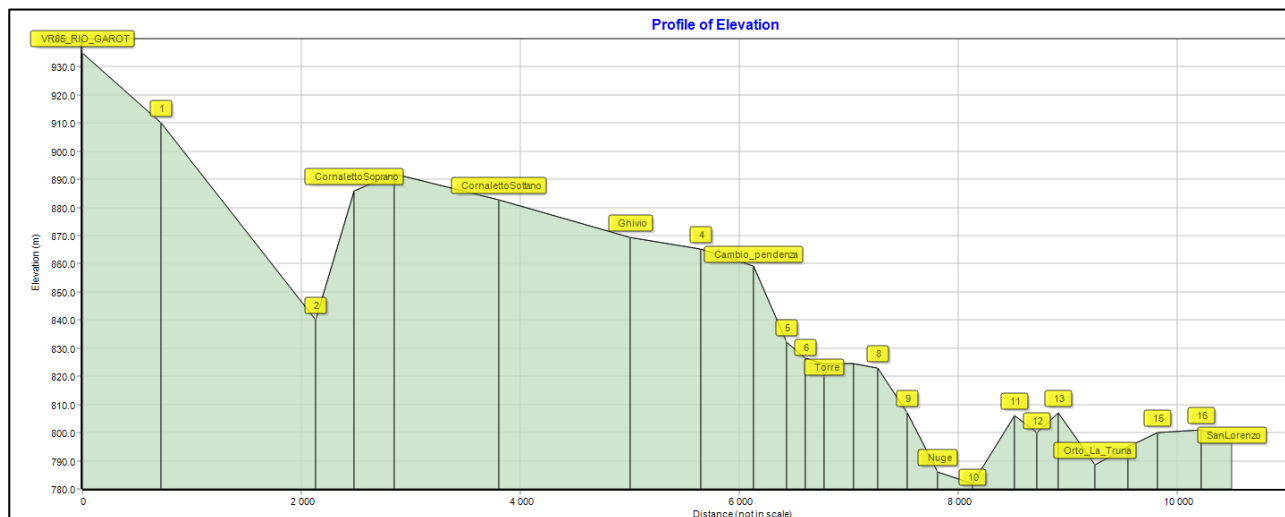


Figura 32 - Profilo del terreno

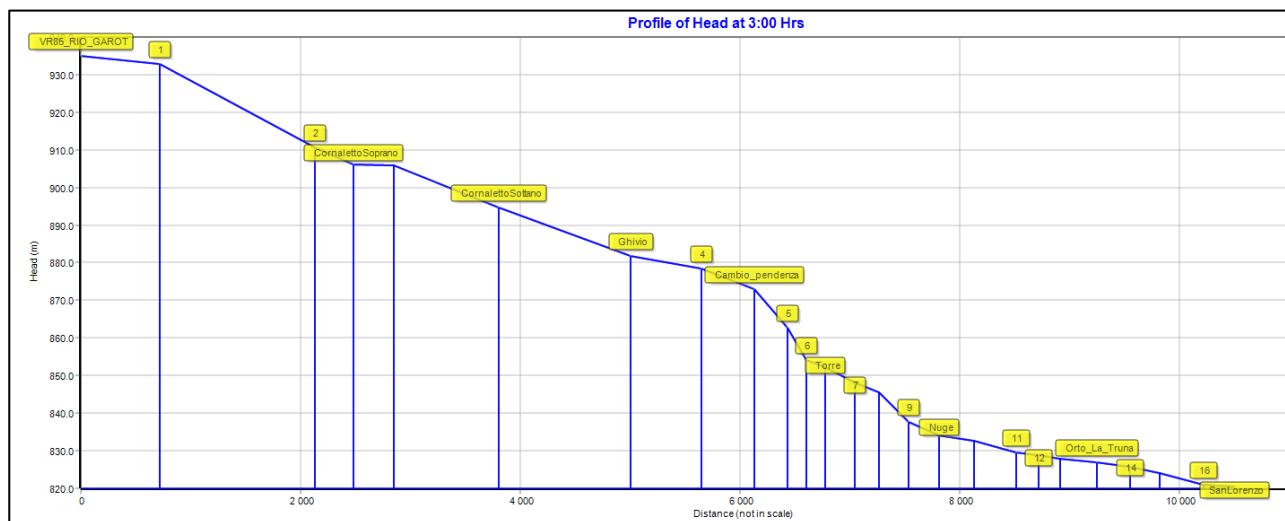


Figura 33 - Profilo dei carichi

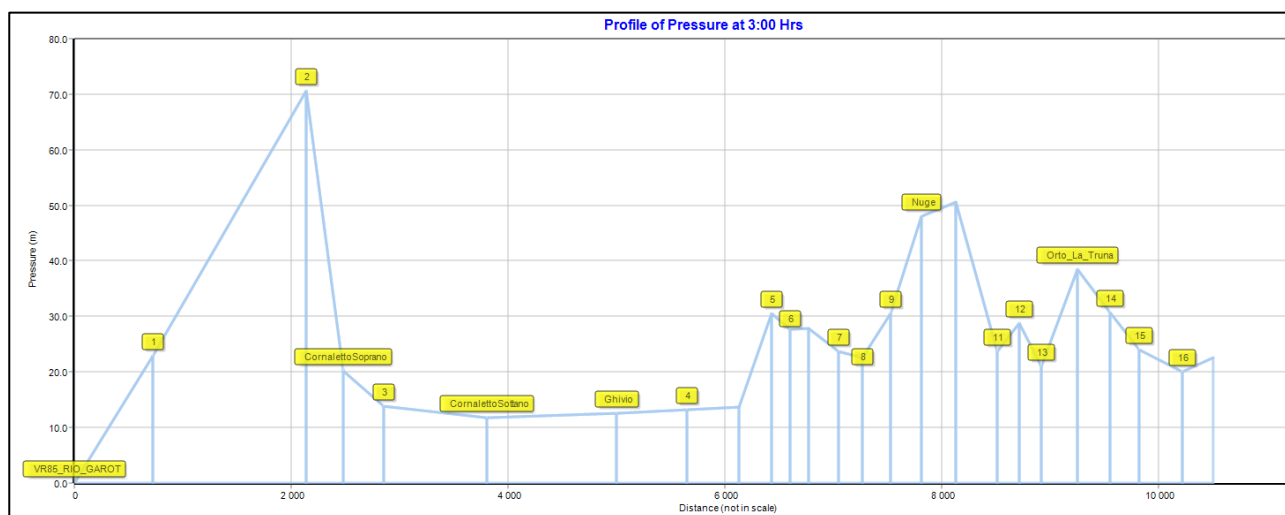


Figura 34 - Profilo delle pressioni

```
*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                   *
*                               Version 2.2                                 *
*****
```

Input File: 12-DN90-75 tracciato alternativo.net

UM00041 - Lavori di sostituzione e potenziamento rete di adduzione a servizio delle Località Rialpo e San Lorenzo

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm	
P28	22	VR35_Rialpo_Nuge	1	61.4	
P1	VR85_RIO_GAROT	1	416	160	
P2	1	2	1239	125	
P3	2	CornalettoSoprano	250	125	
P25	CornalettoSoprano	VR4_Cornaletto_Soprano	1	73.6	
P4	CornalettoSoprano	3	16	73.6	
P5	3	CornalettoSottano	728	73.6	
P6	CornalettoSottano	Ghivio	825	73.6	
P7	Ghivio	4	211	73.6	
P8	4	Cambio_pendenza	362	73.6	
P9	Cambio_pendenza	5	265	61.4	
P10	5	6	229	61.4	
P11	6	Torre	47	61.4	
P12	7	8	93	61.4	
P13	8	9	269	61.4	
P14	9	Nuge	121	61.4	
P15	Nuge	10	143	61.4	
P16	10	11	260	61.4	
P17	11	12	80	61.4	
P18	12	13	70	61.4	
P19	13	Orto_La_Truna	90	61.4	
P20	Orto_La_Truna	14	110	61.4	
P21	14	15	150	61.4	
P22	15	16	270	61.4	
P23	16	SanLorenzo	47	61.4	
P24	17	V59_San_Lorenzo	1	61.4	
P31	18	19	1	61.4	
P32	Nuge	21	1	61.4	
P34	20	VR54_Torre	1	61.4	
1	SanLorenzo	17	#N/A	61.4	Valve
2	Torre	7	#N/A	61.4	Valve
5	21	22	#N/A	51.4	Valve
7	Torre	18	#N/A	61.4	Valve
10	19	20	#N/A	61.4	Valve

Node Results at 0:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	908.92	39.62	0.00
Torre	0.00	883.58	59.18	0.00
Nuge	0.00	858.61	72.51	0.00
1	0.00	934.63	24.63	0.00
2	0.00	930.61	90.61	0.00
CornalettoSoprano	2.00	929.81	43.81	0.00
3	0.00	929.59	37.49	0.00
CornalettoSottano	0.00	919.90	37.10	0.00
4	0.00	906.11	40.81	0.00
Cambio_pendenza	0.00	901.29	42.00	0.00
5	0.00	892.62	60.32	0.00
6	0.00	885.12	58.82	0.00
8	0.00	871.36	48.46	0.00
9	0.00	862.57	55.44	0.00
10	0.00	853.94	71.94	0.00
11	0.00	845.44	39.44	0.00
12	0.00	842.83	42.83	0.00
13	0.00	840.54	33.54	0.00

Orto_La_Truna	0.00	837.60	49.10	0.00
14	0.00	834.00	39.00	0.00
15	0.00	829.10	29.10	0.00
16	0.00	820.28	19.28	0.00
SanLorenzo	0.00	818.74	20.84	0.00
17	4.00	809.44	14.84	0.00
7	0.00	874.40	50.00	0.00
20	0.00	864.40	40.00	0.00
22	0.00	858.61	72.51	0.00
18	0.00	864.40	40.00	0.00
19	0.00	864.40	40.00	0.00
21	0.00	858.61	72.51	0.00
VR4_Cornaleto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	0.00	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-6.00	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 0:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	6.00	0.30	0.90	Open
P2	6.00	0.49	3.24	Open
P3	6.00	0.49	3.24	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	4.00	0.94	13.31	Open
P5	4.00	0.94	13.31	Open
P6	4.00	0.94	13.31	Open
P7	4.00	0.94	13.31	Open
P8	4.00	0.94	13.31	Open
P9	4.00	1.35	32.74	Open
P10	4.00	1.35	32.74	Open
P11	4.00	1.35	32.74	Open
P12	4.00	1.35	32.68	Open
P13	4.00	1.35	32.68	Open
P14	4.00	1.35	32.68	Open
P15	4.00	1.35	32.68	Open
P16	4.00	1.35	32.68	Open
P17	4.00	1.35	32.68	Open
P18	4.00	1.35	32.68	Open
P19	4.00	1.35	32.68	Open
P20	4.00	1.35	32.68	Open
P21	4.00	1.35	32.68	Open
P22	4.00	1.35	32.68	Open
P23	4.00	1.35	32.68	Open
P24	0.00	0.00	0.00	Closed
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	4.00	1.35	9.30	Open Valve
2	4.00	1.35	9.18	Active Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	19.18	Active Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve

Node Results at 1:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	891.93	22.63	0.00
Torre	0.00	871.14	46.74	0.00
Nuge	0.00	854.41	68.31	0.00
1	0.00	933.16	23.16	0.00
2	0.00	913.13	73.13	0.00
CornalettoSoprano	10.00	909.08	23.08	0.00
3	0.00	908.91	16.81	0.00
CornalettoSottano	0.00	900.95	18.15	0.00
4	0.00	889.62	24.32	0.00
Cambio_pendenza	0.00	885.66	26.37	0.00
5	0.00	878.55	46.25	0.00
6	0.00	872.40	46.10	0.00
8	0.00	864.88	41.98	0.00

9	0.00	857.66	50.53	0.00
10	0.00	850.57	68.57	0.00
11	0.00	843.59	37.59	0.00
12	0.00	841.45	41.45	0.00
13	0.00	839.57	32.57	0.00
Orto_La_Truna	0.00	837.15	48.65	0.00
14	0.00	834.20	39.20	0.00
15	0.00	830.17	30.17	0.00
16	0.00	822.93	21.93	0.00
SanLorenzo	0.00	821.67	23.77	0.00
17	3.60	814.14	19.54	0.00
7	0.00	867.38	42.98	0.00
20	0.00	864.40	40.00	0.00
22	0.00	854.41	68.31	0.00
18	0.00	864.40	40.00	0.00
19	0.00	864.40	40.00	0.00
21	0.00	854.41	68.31	0.00
VR4_Cornaletto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	0.00	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-13.60	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 1:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	13.60	0.68	4.43	Open
P2	13.60	1.11	16.17	Open
P3	13.60	1.11	16.17	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	3.60	0.85	10.93	Open
P5	3.60	0.85	10.94	Open
P6	3.60	0.85	10.94	Open
P7	3.60	0.85	10.94	Open
P8	3.60	0.85	10.93	Open
P9	3.60	1.22	26.84	Open
P10	3.60	1.22	26.84	Open
P11	3.60	1.22	26.84	Open
P12	3.60	1.22	26.84	Open
P13	3.60	1.22	26.84	Open
P14	3.60	1.22	26.84	Open
P15	3.60	1.22	26.84	Open
P16	3.60	1.22	26.84	Open
P17	3.60	1.22	26.84	Open
P18	3.60	1.22	26.84	Open
P19	3.60	1.22	26.84	Open
P20	3.60	1.22	26.84	Open
P21	3.60	1.22	26.84	Open
P22	3.60	1.22	26.84	Open
P23	3.60	1.22	26.84	Open
P24	0.00	0.00	0.00	Closed
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	3.60	1.22	7.53	Open Valve
2	3.60	1.22	3.77	Open Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	6.74	Active Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve

Node Results at 2:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	895.03	25.73	0.00
Torre	0.00	855.14	30.74	0.00
Nuge	0.00	835.67	49.57	0.00
1	0.00	934.48	24.48	0.00
2	0.00	928.91	88.91	0.00
CornalettoSoprano	2.00	927.79	41.79	0.00
3	0.00	927.45	35.35	0.00
CornalettoSottano	0.00	912.25	29.45	0.00

4	0.00	890.62	25.32	0.00
Cambio_pendenza	0.00	883.06	23.77	0.00
5	0.00	869.39	37.09	0.00
6	0.00	857.57	31.27	0.00
8	0.00	847.83	24.93	0.00
9	0.00	839.44	32.31	0.00
10	0.00	833.86	51.86	0.00
11	0.00	830.57	24.57	0.00
12	0.00	829.56	29.56	0.00
13	0.00	828.67	21.67	0.00
Orto_La_Trana	0.00	827.53	39.03	0.00
14	0.00	826.14	31.14	0.00
15	0.00	824.24	24.24	0.00
16	0.00	820.82	19.82	0.00
SanLorenzo	0.00	820.23	22.33	0.00
17	2.40	816.88	22.28	0.00
7	0.00	850.72	26.32	0.00
20	1.20	854.22	29.82	0.00
22	1.50	835.66	49.56	0.00
18	0.00	854.31	29.91	0.00
19	0.00	854.30	29.90	0.00
21	0.00	835.66	49.56	0.00
VR4_Cornaletto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	0.00	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-7.10	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 2:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	7.10	0.35	1.24	Open
P2	7.10	0.58	4.50	Open
P3	7.10	0.58	4.50	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	5.10	1.20	20.88	Open
P5	5.10	1.20	20.88	Open
P6	5.10	1.20	20.88	Open
P7	5.10	1.20	20.88	Open
P8	5.10	1.20	20.88	Open
P9	5.10	1.72	51.60	Open
P10	5.10	1.72	51.60	Open
P11	5.10	1.72	51.60	Open
P12	3.90	1.32	31.17	Open
P13	3.90	1.32	31.17	Open
P14	3.90	1.32	31.17	Open
P15	2.40	0.81	12.66	Open
P16	2.40	0.81	12.66	Open
P17	2.40	0.81	12.66	Open
P18	2.40	0.81	12.66	Open
P19	2.40	0.81	12.66	Open
P20	2.40	0.81	12.66	Open
P21	2.40	0.81	12.66	Open
P22	2.40	0.81	12.66	Open
P23	2.40	0.81	12.66	Open
P24	0.00	0.00	0.00	Closed
P31	1.20	0.41	3.57	Open
P32	1.50	0.51	5.36	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	2.40	0.81	3.35	Open Valve
2	3.90	1.32	4.42	Open Valve
5	1.50	0.72	0.00	Open Valve
7	1.20	0.41	0.84	Open Valve
10	1.20	0.41	0.08	Open Valve

Node Results at 3:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	881.82	12.52	0.00
Torre	0.00	852.23	27.83	0.00
Nuge	0.00	834.16	48.06	0.00

1	0.00	932.95	22.95	0.00
2	0.00	910.68	70.68	0.00
CornalettoSoprano	10.00	906.18	20.18	0.00
3	0.00	905.94	13.84	0.00
CornalettoSottano	0.00	894.63	11.83	0.00
4	0.00	878.55	13.25	0.00
Cambio_pendenza	0.00	872.93	13.64	0.00
5	0.00	862.79	30.49	0.00
6	0.00	854.03	27.73	0.00
8	0.00	845.45	22.55	0.00
9	0.00	837.66	30.53	0.00
10	0.00	832.55	50.55	0.00
11	0.00	829.63	23.63	0.00
12	0.00	828.73	28.73	0.00
13	0.00	827.94	20.94	0.00
Orto_La_Truna	0.00	826.93	38.43	0.00
14	0.00	825.69	30.69	0.00
15	0.00	824.01	24.01	0.00
16	0.00	820.97	19.97	0.00
SanLorenzo	0.00	820.44	22.54	0.00
17	2.25	817.50	22.90	0.00
7	0.00	848.15	23.75	0.00
20	0.60	852.00	27.60	0.00
22	1.50	834.15	48.05	0.00
18	0.00	852.02	27.62	0.00
19	0.00	852.02	27.62	0.00
21	0.00	834.15	48.05	0.00
VR4_Cornaletto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	0.00	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	-14.35	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 3:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	14.35	0.71	4.92	Open
P2	14.35	1.17	17.98	Open
P3	14.35	1.17	17.98	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	4.35	1.02	15.52	Open
P5	4.35	1.02	15.53	Open
P6	4.35	1.02	15.53	Open
P7	4.35	1.02	15.53	Open
P8	4.35	1.02	15.53	Open
P9	4.35	1.47	38.25	Open
P10	4.35	1.47	38.25	Open
P11	4.35	1.47	38.25	Open
P12	3.75	1.27	28.97	Open
P13	3.75	1.27	28.97	Open
P14	3.75	1.27	28.97	Open
P15	2.25	0.76	11.24	Open
P16	2.25	0.76	11.24	Open
P17	2.25	0.76	11.24	Open
P18	2.25	0.76	11.24	Open
P19	2.25	0.76	11.24	Open
P20	2.25	0.76	11.24	Open
P21	2.25	0.76	11.24	Open
P22	2.25	0.76	11.24	Open
P23	2.25	0.76	11.24	Open
P24	0.00	0.00	0.00	Closed
P31	0.60	0.20	1.04	Open
P32	1.50	0.51	5.36	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	2.25	0.76	2.94	Open Valve
2	3.75	1.27	4.09	Open Valve
5	1.50	0.72	0.00	Open Valve
7	0.60	0.20	0.21	Open Valve
10	0.60	0.20	0.02	Open Valve

Node Results at 4:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Ghivio	0.00	935.00	65.70	0.00
Torre	0.00	935.00	110.60	0.00
Nuge	0.00	874.40	88.30	0.00
1	0.00	935.00	25.00	0.00
2	0.00	935.00	95.00	0.00
CornalettoSoprano	0.00	935.00	49.00	0.00
3	0.00	935.00	42.90	0.00
CornalettoSottano	0.00	935.00	52.20	0.00
4	0.00	935.00	69.70	0.00
Cambio_pendenza	0.00	935.00	75.71	0.00
5	0.00	935.00	102.70	0.00
6	0.00	935.00	108.70	0.00
8	0.00	874.40	51.50	0.00
9	0.00	874.40	67.27	0.00
10	0.00	874.40	92.40	0.00
11	0.00	874.40	68.40	0.00
12	0.00	874.40	74.40	0.00
13	0.00	874.40	67.40	0.00
Orto_La_Truna	0.00	874.40	85.90	0.00
14	0.00	874.40	79.40	0.00
15	0.00	874.40	74.40	0.00
16	0.00	874.40	73.40	0.00
SanLorenzo	0.00	874.40	76.50	0.00
17	0.00	874.40	79.80	0.00
7	0.00	874.40	50.00	0.00
20	0.00	864.40	40.00	0.00
22	0.00	874.40	88.30	0.00
18	0.00	864.40	40.00	0.00
19	0.00	864.40	40.00	0.00
21	0.00	874.40	88.30	0.00
VR4_Cornaletto_Soprano	0.00	908.00	0.00	0.00 Reservoir
VR54_Torre	0.00	824.40	0.00	0.00 Reservoir
VR35_Rialpo_Nuge	0.00	786.10	0.00	0.00 Reservoir
V59_San_Lorenzo	0.00	797.00	0.00	0.00 Reservoir
VR85_RIO_GAROT	0.00	935.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 4:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Headloss m/km	Status
P28	0.00	0.00	0.00	Closed
P1	0.00	0.00	0.00	Open
P2	0.00	0.00	0.00	Open
P3	0.00	0.00	0.00	Open
P25	0.00	0.00	0.00	Closed
P4	0.00	0.00	0.00	Open
P5	0.00	0.00	0.00	Open
P6	0.00	0.00	0.00	Open
P7	0.00	0.00	0.00	Open
P8	0.00	0.00	0.00	Open
P9	0.00	0.00	0.00	Open
P10	0.00	0.00	0.00	Open
P11	0.00	0.00	0.00	Open
P12	0.00	0.00	0.00	Open
P13	0.00	0.00	0.00	Open
P14	0.00	0.00	0.00	Open
P15	0.00	0.00	0.00	Open
P16	0.00	0.00	0.00	Open
P17	0.00	0.00	0.00	Open
P18	0.00	0.00	0.00	Open
P19	0.00	0.00	0.00	Open
P20	0.00	0.00	0.00	Open
P21	0.00	0.00	0.00	Open
P22	0.00	0.00	0.00	Open
P23	0.00	0.00	0.00	Open
P24	0.00	0.00	0.00	Closed
P31	0.00	0.00	0.00	Open
P32	0.00	0.00	0.00	Open
P34	0.00	0.00	0.00	Closed
1	0.00	0.00	0.00	Open Valve

2	0.00	0.00	60.60	Active Valve
5	0.00	0.00	0.00	Open Valve
7	0.00	0.00	70.60	Active Valve
10	0.00	0.00	0.00	Open Valve