



COGESI.S.C.R.L.
consorzio gestori servizi idrici

Certificato n° 1379

Comune di PEVERAGNO

Lavori di manutenzione straordinaria rete idrica in località Gallina

Livello di progettazione:

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Oggetto elaborato:

Relazione di calcolo idraulica

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:

(PER PRESA VISIONE)

Geom. Fabrizio Ghio

Calcoli idraulici:

(Ordine Ingegneri di Cuneo n. A2507)

Ing. Alessandro Marengo

Responsabile Unico di Progetto:

(Ordine Ingegneri di Cuneo n. A1886)

Ing. Fabio Monaco

COMMESSA	Livello di progetto	Categoria di progetto	Tipo di elaborato	N. elaborato	REV.	DATA	SCALA / E
UM00072	PFTE	GE	TX	02	00	30.04.2024	--

REV.	Descrizione:	DATA:	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
00	Emissione	30.04.2024	A. Marengo	F. Ghio	F. Monaco

Questo elaborato è di proprietà dell'ACDA, qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

Acda azienda cuneese dell'acqua spa

Sede Legale: Corso Nizza 88 - 12100 CUNEO - Tel. 800.194.065 - Fax 0171.326710 - e-mail: acda@acda.it
Capitale sociale € 5.000.000 - Partita IVA 02468770041

INDICE:

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO GALLINA – BRICK GENIU.....	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	6
4.3 Stato di progetto comune – Sorgenti Cariou	7
4.4 Stato di progetto – Alternativa 1	7
4.5 Stato di progetto – Alternativa 2	9
4.6 Stato di progetto – Alternativa 3	11
5. CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE	14
5.1 Considerazioni economiche	14
5.2 Considerazioni tecniche.....	15
5.3 Scelta della soluzione ottimale.....	15
5.4 Risultati Alternativa 3 – Condizioni di esercizio	15
5.5 Organi di manovra	17
5.6 Ingresso in vasca.....	17
6. ALLEGATO A - ALGORITMO DI CALCOLO EPANET	18
7. ALLEGATO B – NETWORK EPANET	20
8. ALLEGATO C – SOLUZIONE COMUNE CARIOU	22
9. ALLEGATO D – ALTERNATIVA 1 GALLINA-BRICK GENIU.....	24
10.ALLEGATO E – ALTERNATIVA 2 GALLINA-BRICK GENIU	27
11.ALLEGATO F – ALTERNATIVA 3 GALLINA-BRICK GENIU	30
11.1 Condizioni di esercizio	32

1. PREMESSA

La presente Relazione idraulica è parte integrante del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'intervento denominato "Lavori di manutenzione straordinaria rete idrica in località Gallina" nel Comune di Peveragno.

L'intervento in progetto ha come obiettivo la sostituzione della condotta di adduzione che dal serbatoio Gallina alimenta il serbatoio Brick Geniu, nonché la contestuale posa di una nuova condotta dedicata esclusivamente all'adduzione dalle sorgenti Cariou.

L'Azienda Cuneese dell'Acqua gestisce il Servizio Idrico Integrato del Comune di Peveragno. 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 GALLINA – BRICK GENIU

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 Pilone votivo al km 5+780 della SP285, per terminare con l'ingresso in vasca a Brick Geniu. Lo sviluppo della tubazione in progetto in PE100 PN16 DN90 e PE100 PN25 DN110 mm è di circa 1480 m. Si prevede inoltre la posa di circa 220 m per ricollegare le utenze ubicate in destra idrografica del rio delle Fornaci con tubazione in PE100 PN16 DN63 mm.

Sarà inoltre necessario ricollegare le utenze "basse" ubicate lungo la SP285; a tal fine si prevede la posa di una condotta in PE100 PN16 DN63 mm per una lunghezza di circa 100 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'inerzia 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 (per maggiore dettaglio vedasi l'Allegato – Algoritmo di calcolo *Epanet*).

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 e dal DTM della Regione Piemonte.

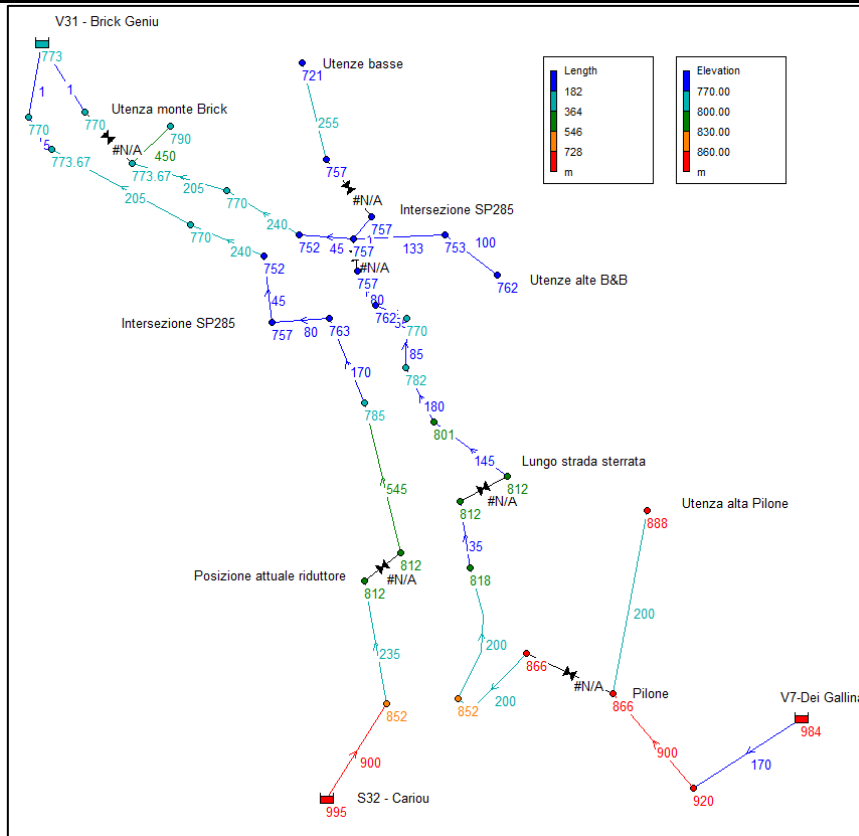


Figura 1 - Quote altimetriche dei nodi e lunghezze dei rami della rete in progetto

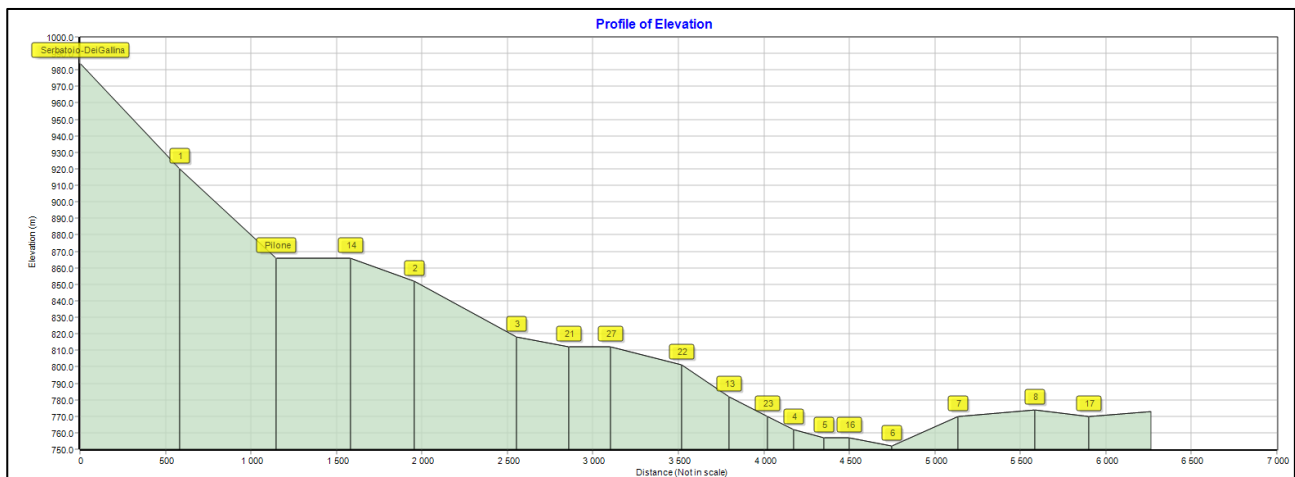


Figura 2 - Profilo altimetrico dell’adduzione Gallina – Brick Geniu

Si è quindi proceduto al calcolo della portata che allo stato attuale alimenta la vasca di Brick Geniu. 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. Si precisa come nel presente documento quando si tratta di *pressione*, *positiva* o *negativa*, è da intendersi come relativa, ovvero escludendo la componente atmosferica.

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

1. Riduttore Pilone, Sez. 1-6 in PE100 PN16 DN90 mm, riduttore dopo attraversamento, Sez. 6-7 in PE100PN16 DN90 mm, riduttore, Sez. 7-16 in PE100 PN16 DN110 mm;
2. Riduttore Pilone, Sez. 1-6 in PE100 PN16 DN90 mm, riduttore dopo attraversamento, Sez. 6-7 in PE100PN16 DN110 mm, riduttore, Sez. 7-16 in PE100 PN16 DN110 mm;
3. Sez. 1-4 in PE100 PN25 DN110 mm, Riduttore, Sez. 1-6 in PE100 PN16 DN90 mm, Sez. 6-7 in PE100PN25 DN110 mm, Sez. 7-14 in PE100 PN25 DN110 mm, Sez. 14-16 in PE100 PN16 DN90 mm;

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 o 25 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.

Visto l'andamento altimetrico e la presenza di utenze lungo l'adduzione, al fine di evitare l'insorgere di depressioni in alcuni punti del tracciato e di garantire la continuità del servizio alle utenze, si prevede di installare una valvola per il mantenimento della pressione di monte nel serbatoio di Brick Geniu in modo tale da limitare il massimo afflusso al serbatoio. Nelle simulazioni effettuate, il limite inferiore per l'apertura della valvola è stato fissato dai 3 ai 5 bar (in funzione della configurazione progettuale), tale da consentire sia il maggior afflusso al serbatoio che le pressioni siano positive lungo tutto il tracciato, nonché l'alimentazione delle utenze.

Il dimensionamento della condotta di adduzione viene effettuato per garantire la portata di massimo consumo delle utenze a valle di Brick Geniu. Recenti misure di portata hanno condotto a valori massimi di portata intorno ai 5 l/s; pertanto nella progettazione viene assunto il valore minimo di 6 l/s per prevedere eventuali aumenti di consumi o carenza idrica dalle sorgenti che alimentano il serbatoio.

4.2 STATO ATTUALE

La vasca Brick Geniu risulta alimentata principalmente dalla condotta in acciaio DN60 mm in arrivo dal Gallina, mentre secondariamente dalle sorgenti S35-Tre Gorgie e dal gruppo sorgenti Cariou; quest'ultime vengono sfruttate soltanto in maniera ridotta a causa della variabilità delle portate all'opera di presa e della conseguente intrusione di aria in condotta che causa disagi alle utenze collegate sull'adduzione. Visto il periodo in cui sono sempre più frequenti scenari di carenze idriche, si è scelto di mantenere in funzione le sorgenti Cariou e di separarle dall'adduzione del Gallina in modo tale da poterle sfruttare anche nei casi di aria in condotta.

L'ingresso in vasca dal Gallina è attualmente regolato da un galleggiante nel serbatoio.

Le utenze collegate sull'adduzione sono situate:

1. Gruppo di n. 3/4 utenze in prossimità del Pilone a circa +25 m di quota rispetto alla SP285, ovvero a 888 m slm;
2. Gruppo di n. 3/4 utenze in destra idrografica del rio delle Fornaci situate a circa 770 m slm;
3. Gruppo di utenze lungo la SP285 a valle della strada sterrata di accesso a Brick Geniu (quota minima 717 m slm);
4. Utente a monte di Brick Geniu (quota circa 785 m slm);

Il loro ricollegamento, ove possibile, avverrà su una condotta dedicata alle utenze. In particolare, i gruppi 1 e 4 dovranno necessariamente essere ricollegate sulla condotta adduttrice a causa della loro ubicazione, mentre per le utenze del gruppo n. 2 verrà posata una condotta dedicata in PE100-RC PN16 DN63 mm per una lunghezza di circa 220 m lungo la strada privata di accesso; essa verrà collegata a valle del riduttore, garantendo una pressione idrostatica massima pari a 6,5 bar. Le utenze basse del gruppo n. 3, verranno ricollegate alla condotta esistente previa interposizione di un riduttore di pressione tarato a 3 bar in uscita, in modo tale da fissare la pressione massima in 6,5 bar all'utente altimetricamente più bassa.

Si evidenzia come la presenza del gruppo di utenze al n. 1 vincola notevolmente le portate transitabili nella condotta di adduzione in quanto portate eccedenti i 7,2-7,5 l/s causerebbero degli scompensi in

corrispondenza del fabbricato. Inoltre la rete a monte del Pilone non rientra nel presente progetto, pertanto ciò costituisce un vincolo allo sviluppo delle alternative progettuali.

4.3 STATO DI PROGETTO COMUNE – SORGENTI CARIOU

La soluzione progettuale per separare le acque provenienti da Cariou prevede l'intercettazione della rete esistente prima della confluenza con il ramo proveniente dal Gallina, in corrispondenza della SP285.

In particolare:

- Intercettazione e dismissione sulla condotta esistente del tratto proveniente da Gallina;
- Sez. 3-6: condotta in PE100-RC PN25 DN63 mm, lunghezza 250 m (5 m di attraversamento SP285 e 245 m su sterrato) come predisposizione per futura estensione verso le sorgenti;
- Sez. 6: riduttore di pressione con pressione di taratura di valle pari a 4,5 bar (idrostatica di monte 18,3 bar);
- Sez. 6-7: condotta in PE100-RC PN16 DN50 mm, lunghezza 535 m (su sterrato);
- Sez. 7-14: condotta in PE100-RC PN25 DN63 mm, lunghezza 275 m (50 m su asfalto e 250 m su sterrato);
- Sez. 14-16: condotta in PE100-RC PN16 DN50 mm, lunghezza 200 m (su sterrato).
- Sez. 16 (Brick Geniu): Sbocco in vasca regolato con galleggiante.

Le analisi sono state condotte per la portata massima. Si riportano di seguito i risultati delle condizioni più gravose, ovvero di portata massima a galleggiante completamente aperto; per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 8 dove sono presenti i risultati dei calcoli.

Come si nota dalla Figura 3 e Figura 4, la portata massima in ingresso a Brick Geniu si attesta intorno ai 1.9 l/s, con delle velocità in condotta di 1.45 m/s per il DN50 mm e di 1.15 m/s per il DN63 mm.

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 parzialmente chiuso per ridurre la pressione al valore di 4,5 bar.

Per la massima portata, si verifica che i valori di pressione relativa in ogni punto della rete sono positivi, evitando moti a canaletta e depressioni interne.

4.4 STATO DI PROGETTO – ALTERNATIVA 1

L'alternativa n. 1 prevede l'utilizzo di sole tubazioni PN16 intervallate da riduttori di pressione al fine di limitare le pressioni di esercizio:

- Riduttore n. 1 in corrispondenza del Pilone votivo, con pressione di taratura di valle pari a 4 bar (idrostatica di monte 11,8 bar);
- Sez. 1-6: condotta in PE100-RC PN16 DN90 mm, lunghezza 445 m (200m su asfalto e 245m su sterrato);
- Sez. 6 (corrispondenza dell'attuale riduttore): riduttore n. 2 con pressione di taratura di valle pari a 4 bar (idrostatica di monte 9,4 bar);
- Sez. 6-7: condotta in PE100-RC PN16 DN90 mm, lunghezza 535 m (su sterrato);
- Sez. 7: riduttore n. 3 con pressione di taratura di valle pari a 7 bar (idrostatica di monte 9,4 bar);
- Sez. 7-16: condotta in PE100-RC PN16 DN110 mm, lunghezza 500 m (50 m su asfalto e 450 m su sterrato);
- Sez. 16 (Brick Geniu): Mantenimento di pressione taratura a 4 bar.

Le analisi sono state condotte per la portata massima, ovvero a galleggiante completamente aperto. Si riportano di seguito i risultati delle condizioni più gravose, ovvero di portata massima; per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 9.

Come si nota dalle immagini seguenti, la portata massima in ingresso a Brick Geniu si attesta intorno ai 7 l/s, con delle velocità in condotta di 1.65 m/s per il DN90 mm e di 1.10 m/s per il DN110 mm.

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 i riduttori di pressione n. 1 e 3, per come sono stati tarati, risultano in posizione di totale apertura mentre il n. 2 risulta parzialmente chiuso per ridurre la pressione al valore di 4 bar. Si noti inoltre come la valvola di mantenimento della pressione venga ad attivarsi, garantendo le pressioni positive in rete.

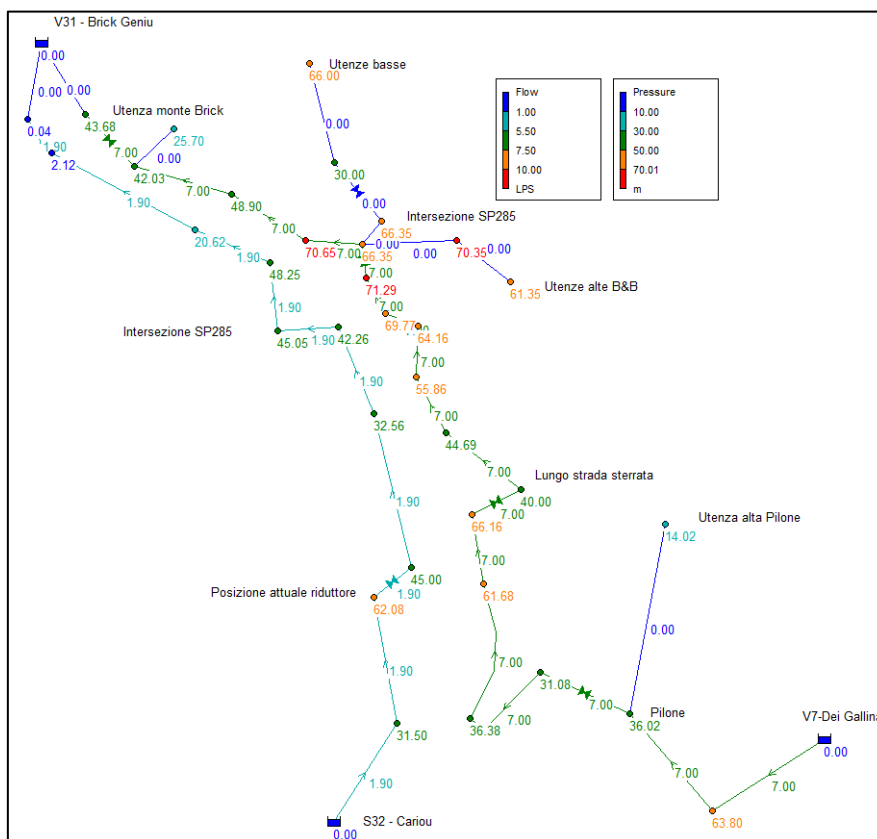


Figura 3 - Alternativa 1 - Portate in condotta e pressioni ai nodi

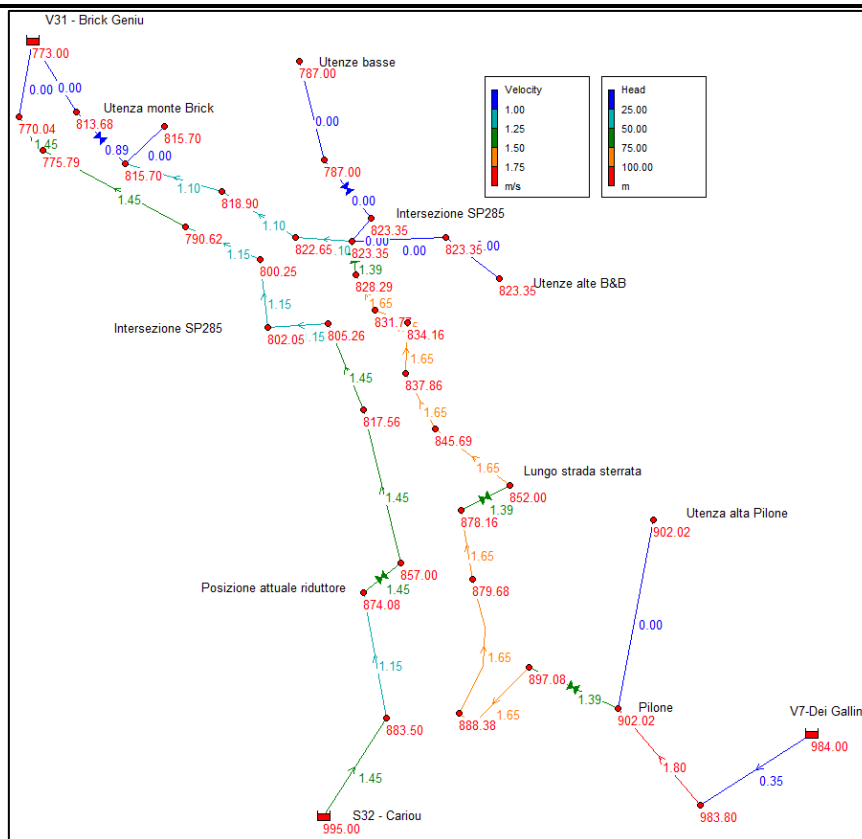


Figura 4 - Alternativa 1 - Velocità in condotta e carichi ai nodi

4.5 STATO DI PROGETTO – ALTERNATIVA 2

L'alternativa n. 2 prevede l'utilizzo di sole tubazioni PN16 intervallate da riduttori di pressione al fine di limitare le pressioni di esercizio. A differenza dell'Alternativa 1, si utilizza un DN110 mm tra le Sez. 6-7:

- Riduttore n. 1 in corrispondenza del Pilone votivo, con pressione di taratura di valle pari a 4 bar (idrostatica di monte 11.8 bar);
- Sez. 1-6: condotta in PE100-RC PN16 DN90 mm, lunghezza 445 m (200m su asfalto e 245m su sterrato);
- Sez. 6 (corrispondenza dell'attuale riduttore): riduttore n. 2 con pressione di taratura di valle pari a 4 bar (idrostatica di monte 9.4 bar);
- Sez. 6-7: condotta in PE100-RC PN16 DN110 mm, lunghezza 535 m (su sterrato);
- Sez. 7: riduttore n. 3 con pressione di taratura di valle pari a 7 bar (idrostatica di monte 9.4 bar);
- Sez. 7-16: condotta in PE100-RC PN16 DN110 mm, lunghezza 500 m (50 m su asfalto e 450 m su sterrato);
- Sez. 16 (Brick Geniu): Mantenimento di pressione taratura a 4 bar.

Le analisi sono state condotte per la portata massima, ovvero a galleggiante completamente aperto. Si riportano di seguito i risultati delle condizioni più gravose, ovvero di portata massima; per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 10.

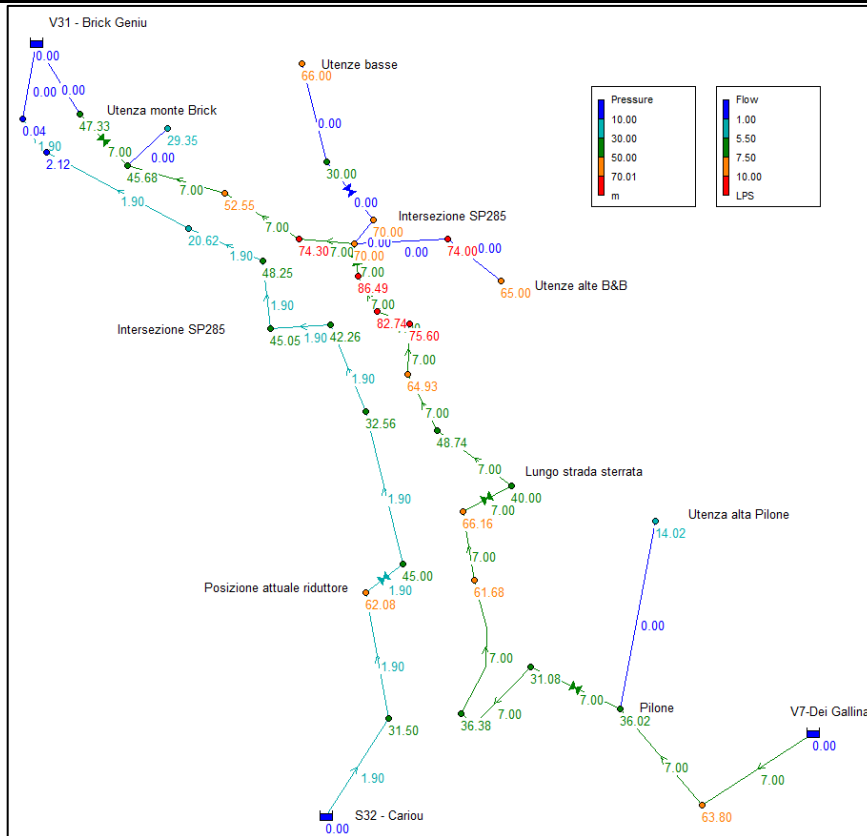


Figura 5 - Alternativa 2 - Portate in condotta e pressioni ai nodi

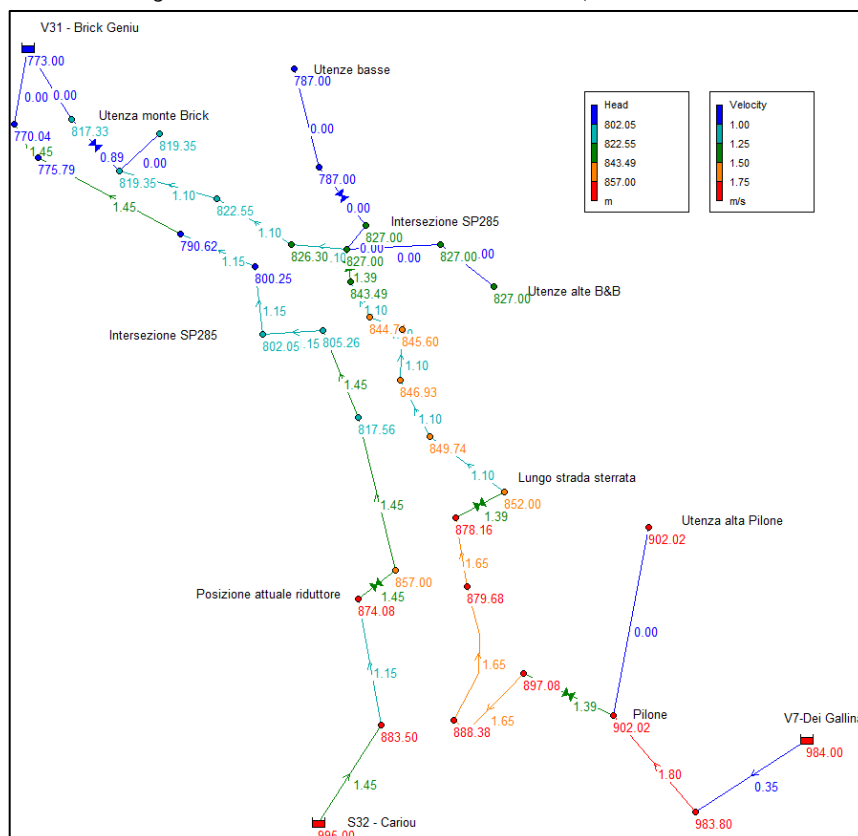


Figura 6 - Alternativa 2 - Velocità in condotta e carichi ai nodi

I risultati sono analoghi all’alternativa 1 in quanto il vincolo imposto dall’utenza n. 1 impedisce ulteriori aumenti di portata. La differenza risiede nel fatto che a monte del riduttore n. 3 la pressione si attesta intorno ai 9 bar, ovvero 2 bar in più dell’Alternativa 1. L’effetto di tale aumento di pressione non si tramuta in un

aumento di portata vista la presenza del riduttore n. 3 che riporta la pressione a 7 bar, ovvero uguale all'Alternativa 1. Si noti che per limitare la portata a 7 l/s, occorre regolare il mantenimento in ingresso a Brick Geniu a 4,5 bar.

L'effetto migliorativo dell'Alternativa n. 2 è insito nella maggiore pressione disponibile che potrà essere sfruttata dal momento in cui verrà sostituito anche il ramo di rete tra il Pilone e il serbatoio Gallina. La sostituzione con un PE100 PN16 DN90 mm, consentirebbe di ridurre le perdite di carico nel suddetto tratto e di conseguenza aumentare la portata fino a circa 10 l/s, garantendo allo stesso tempo l'alimentazione delle utenze di cui al gruppo n. 1.

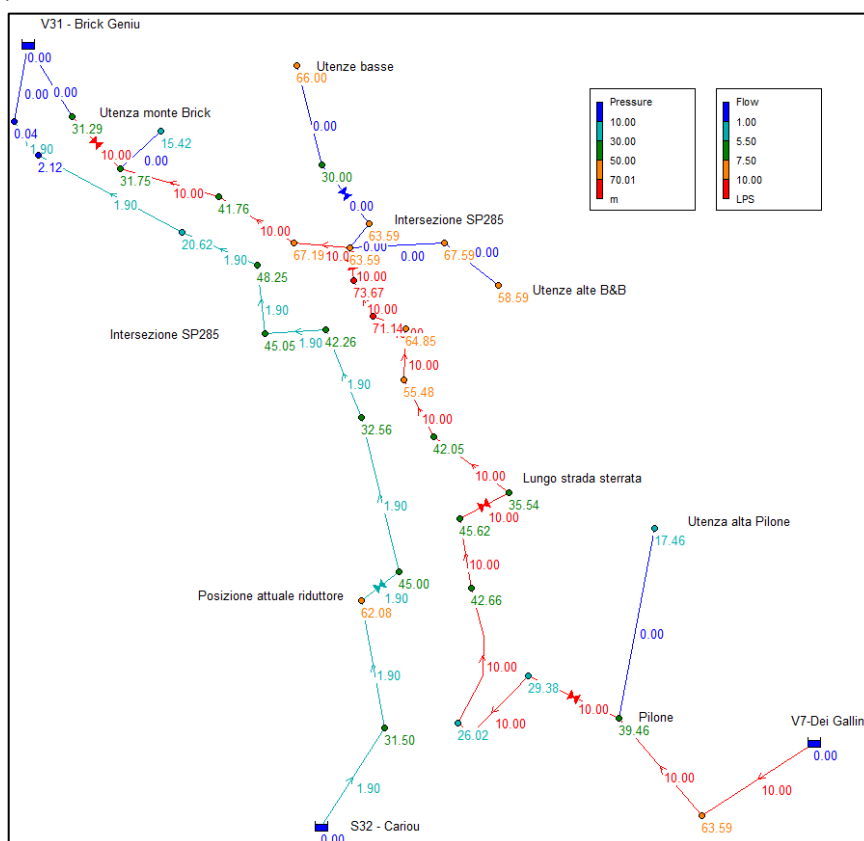


Figura 7 – Alternativa 2 con sostituzione fino a Gallina - Portate in condotta e pressioni ai nodi

4.6 STATO DI PROGETTO – ALTERNATIVA 3

L'alternativa n. 3 prevede la riduzione al minimo dell'utilizzo degli organi di riduzione della pressione. A tal fine si prevede l'utilizzo di tubazioni PN16 e PN25. A differenza delle Alternative precedenti, il primo riduttore di pressione viene spostato più a valle del Pilone votivo (punto di inizio intervento), posizionandolo nell'area laterale alla SP285, prima dell'immissione nella strada sterrata comunale in modo tale da limitare le pressioni idrostatiche di valle e di agevolarne l'accesso per la manutenzione ordinaria.

Per il tratto a monte del riduttore, ovvero fino al Pilone votivo, si prevede la sostituzione della tubazione esistente con una in PE100 PN25 DN110 mm, vista la pressione idrostatica pari a 13,2 bar; a valle del riduttore, si prevede l'utilizzo di tubazioni PN16 DN90 mm fino a quando la pressione idrostatica in condotta raggiunge i 10 bar; a partire da tale punto si prevede l'utilizzo di un PN25 DN110 mm in modo tale da eliminare il riduttore n. 2 presente nelle Alternative precedenti; viene inoltre bypassato il riduttore n. 3, presente soltanto per ridurre la pressione alle utenze fino al limite dei 7 bar. In questa configurazione, la massima pressione idrostatica si attesta intorno ai 12 bar in corrispondenza della Sez. 10. In particolare:

- Sez. 1-4: condotta in PE100-RC PN25 DN110 mm, lunghezza 200 m (lungo la SP285);
- Riduttore n. 1 posizionato nell'allargamento adiacente la SP285 (esterno alla carreggiata) su terreno naturale, con pressione di taratura di valle pari a 2 bar (idrostatica di monte 13,2 bar);
- Sez. 4-6: condotta in PE100-RC PN16 DN90 mm, lunghezza 370 m (su sterrato);

- Sez. 6-7: condotta in PE100-RC PN25 DN110 mm, lunghezza 175 m (su sterrato);
- Sez. 7: riduttore n. 3 sullo stacco per le utenze, con pressione di taratura di valle pari a 7 bar (idrostatica di monte 11.5 bar);
- Sez. 7-14: condotta in PE100-RC PN25 DN110 mm, lunghezza 300 m (50 m su asfalto e 250 m su sterrato);
- Sez. 14-16: condotta in PE100-RC PN25 DN16 mm, lunghezza 200 m su sterrato;
- Sez. 16 (Brick Geniu): Mantenimento di pressione taratura a 5.3 bar.

Le analisi sono state condotte per la portata massima, ovvero a galleggiante completamente aperto. Si riportano di seguito i risultati delle condizioni più gravose, ovvero di portata massima; per maggior dettaglio si rimanda al capitolo 11.

L'eliminazione del riduttore n. 2 e del contestuale spostamento verso valle del n. 1, ovvero nell'allargamento accanto alla SP285, consentono di sfruttare al meglio l'utilizzo delle condotte PN25 tra il Pilone e il suddetto riduttore e per poter così contenere le pressioni massime idrostatiche.

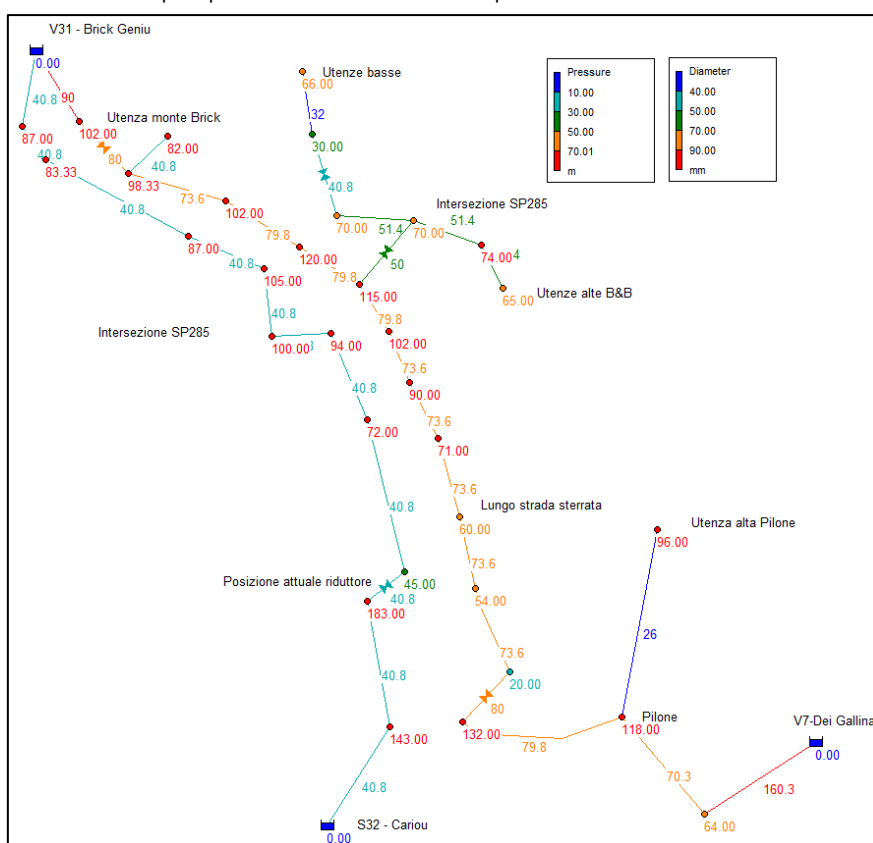


Figura 8 - Alternativa 3 - Pressioni idrostatiche ai nodi e diametri interni in condotta

Si noti che per limitare la portata a 7 l/s, occorre regolare il mantenimento in ingresso a Brick Geniu a 5.3 bar.

Come si nota dalle immagini seguenti, la portata massima in ingresso a Brick Geniu si attesta intorno ai 7 l/s, con delle velocità in condotta di 1.65 m/s per il PN16 DN90 mm e di 1.40 m/s per il PN25 DN110 mm.

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 n. 1, per come è stato tarato, risulta parzialmente chiuso per ridurre la pressione al valore di 2 bar. Si noti inoltre come la valvola di mantenimento della pressione venga ad attivarsi, garantendo le pressioni positive in rete.

L'effetto migliorativo dell'Alternativa n. 3 è insito nella riduzione degli organi di riduzione della pressione presenti lungo la linea principale di adduzione e delle maggiori pressioni in rete che consentono una

gestione più flessibile delle condizioni di esercizio che potrà essere sfruttata dal momento in cui verrà sostituito anche il ramo di rete tra il Pilone e il serbatoio Gallina. La sostituzione con un PE100 PN16 DN90 mm, consentirebbe di ridurre le perdite di carico nel suddetto tratto e di conseguenza aumentare la portata fino a circa 10 l/s, garantendo allo stesso tempo l’alimentazione delle utenze di cui al gruppo n. 1.

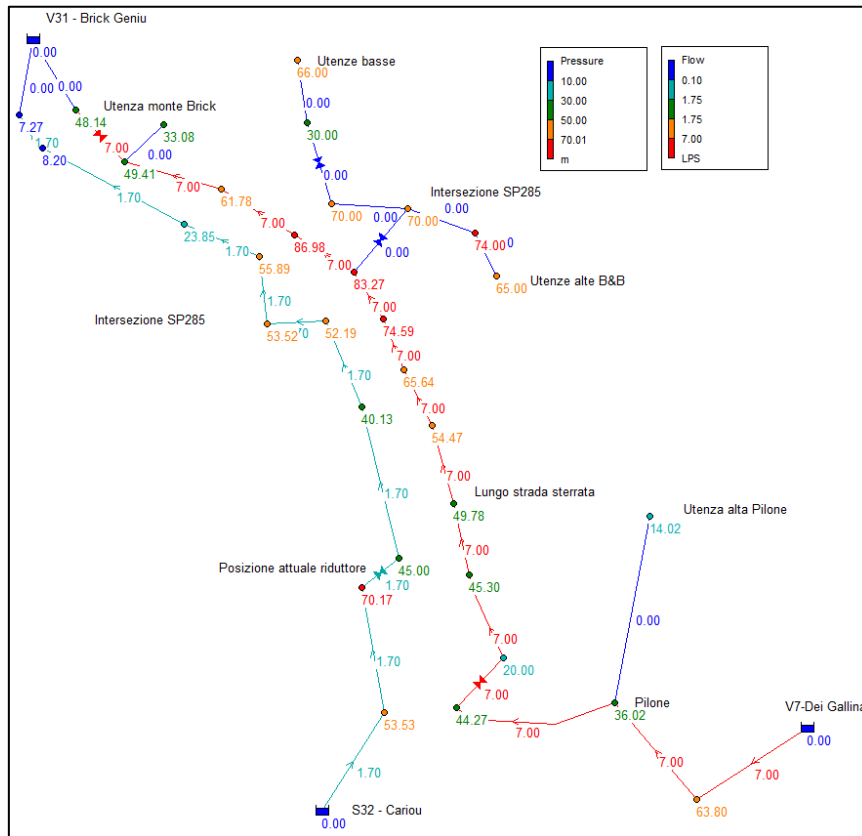


Figura 9- Alternativa 3 - Portata in condotta e pressioni ai nodi

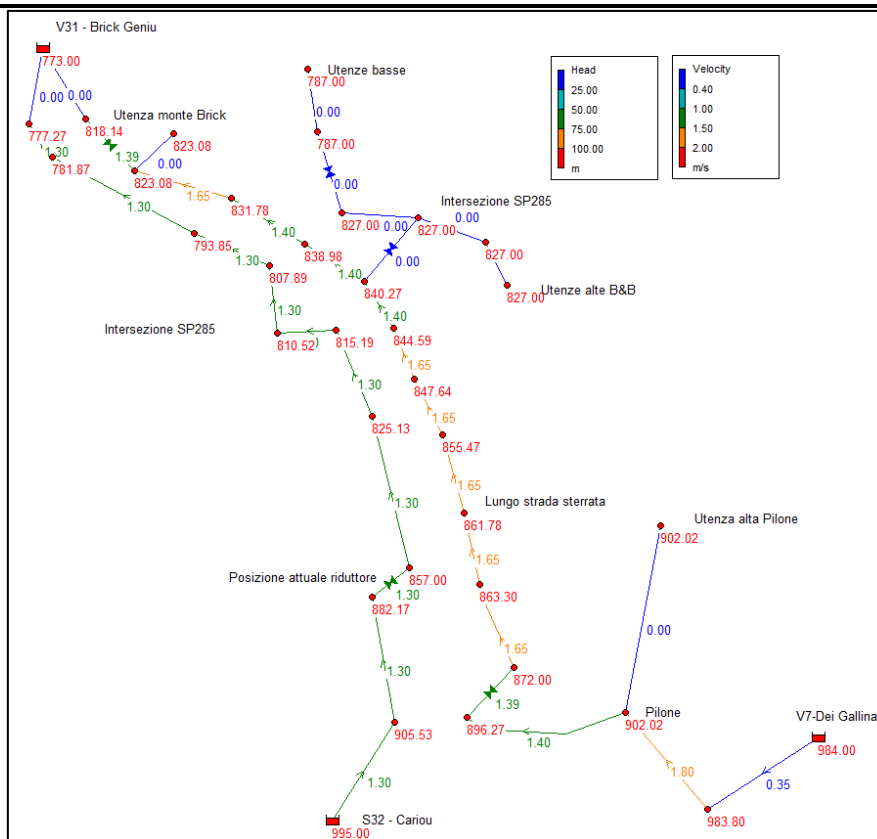


Figura 10 - Alternativa 3 - Velocità in condotta e carichi ai nodi

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, esclusi i gruppi di riduzione comuni, ovvero il n. 1 in corrispondenza del Piloni e il n. 3 dedicato alle utenze essendo presente anche nell’Alternativa 3:

	u.m.	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Fornitura DN90	(€/m)	19.00	19.00	19.00
Posa DN90	(€/m)	6.36	6.36	6.36
Lunghezza	(m)	1472	435	805
Totale		37 329,92 €	11 031,60 €	20 414,80 €
Fornitura DN110	(€/m)	-	23.96	-
Posa DN110	(€/m)	-	8.66	-
Lunghezza	(m)	-	1037	-
Totale		-	33 826,94 €	-
Fornitura DN110 PN25	(€/m)	-	-	40.24
Posa DN110	(€/m)	-	-	8.66
Lunghezza	(m)	-	-	687
Totale		-	-	33 594,30 €
Riduttore pressione n.2	(€)	12 000,00 €	12 000,00 €	-
Totale		-	-	-
Costo	(€)	49 329,92 €	56 858,54 €	54 009,10 €

Lato economico non si ravvisano sostanziali differenze economiche per prediligere un’alternativa piuttosto che l’altra. Si demanda quindi la decisione alle considerazioni di carattere tecnico.

In fase preliminare è stata valutata l’opzione di posare condotte in ghisa sferoidale; tale soluzione è stata subito scartata visto l’andamento curvilineo del tracciato e degli alti costi di fornitura.

5.2 CONSIDERAZIONI TECNICHE

Avendo dimostrato come per ogni alternativa analizzata si riescono a garantire almeno 7 l/s alla vasca di Brick Geniu (maggiore dei 5-6 l/s richiesti), sufficienti ad alimentare integralmente le utenze servite, la scelta di una configurazione piuttosto di un’altra di riduce alla necessità o meno di potenziare ulteriormente le portate lungo l’adduttrice mediante la sostituzione fino al Gallina dell’acciaio DN60 mm esistente, nonché in merito alle pressioni di esercizio in rete e alla manutenzione ordinaria degli organi della rete.

Premesso che tutte le alternative garantiscono la stabilità della pressione alle utenze nonché la continuità del servizio, di seguito si analizzano i pro e contro tra le varie alternative:

	PRO	CONTRO
Alternativa 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Costi minori di realizzazione ✓ Diametro ottimale per le condizioni di esercizio attuali (5 l/s in media) 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Variazioni di pressione in condotta fino a 3 bar ✗ Velocità massime nell’ordine di 1.65 m/s ✗ Portata massima abbastanza vincolata a quella di progetto ✗ 3 gruppi di riduzione pressione sull’adduzione
Alternativa 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stabilità delle pressioni in rete con variazioni entro 1-1.5 bar ✓ Velocità contenute (max 1.1 m/s) ✓ Possibilità di potenziare ulteriormente la portata 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Maggiori costi di realizzazione ✗ Diametro sovradimensionato per le portate di esercizio attuali (5 l/s in media) ✗ 3 gruppi di riduzione pressione sull’adduzione
Alternativa 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Soltanto 1 gruppo di riduzione della pressione sull’adduzione e riduzione al minimo degli organi di manovra ✓ Riduzione di pressione dedicata esclusivamente alle utenze ✓ Funzionamento con pressioni in rete simili allo stato attuale ✓ Diametro adeguato alle condizioni di esercizio attuali (5 l/s in media) ✓ Possibilità di potenziare ulteriormente la portata 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Pressioni di esercizio elevate in rete (fino a 13.2 bar di idrostatica e 8.7 bar in esercizio con portata massima) ✗ Necessità di posare un ulteriore ramo per servire le utenze al gruppo 4 ✗ Variazioni di pressione in condotta fino a 5 bar

5.3 SCelta DELLA SOLUZIONE OTTIMALE

Considerando l’esigua differenza di prezzo che intercorre tra le Alternative, la scelta progettuale, di comune accordo con i colleghi dell’Area Gestione Operativa, è ricaduta sull’Alternativa n. 3 al fine di ridurre la presenza di organi di manovra sulla linea di adduzione principale garantendo maggiore flessibilità di gestione in esercizio, nonché di funzionare in maniera simile all’attuale; ciò a scapito di maggiori pressioni in rete, rispetto alle altre configurazioni, e di un costo leggermente superiore. La soluzione individuata permette, inoltre, di separare il più possibile le utenze dalla linea di adduzione.

5.4 RISULTATI ALTERNATIVA 3 – CONDIZIONI DI ESERCIZIO

Mentre nel paragrafo 4.6 è stata esposta la condizione più gravosa per il sistema, nel presente paragrafo si riportano i risultati dell’Alternativa n. 3 nelle condizioni di esercizio quotidiano, ovvero quando i consumi massimi nel giorno medio si attestano intorno ai 5.25 l/s.

Per maggior dettagli si rimanda al capitolo 11.

5.5 ORGANI DI MANOVRA

In accordo con l'Area Gestione Operativa, si prevede la posa di riduttori di pressione della tipologia ad azione diretta, ovvero regolati da molla. I riduttori dovranno essere dotati di n. 2 manometri posti a monte e valle della valvola per consentire l'immediata verifica del corretto funzionamento della stessa.

Le postazioni di riduzione della pressione dovranno essere dotate di by-pass del diametro pari a quello della condotta, apribile mediante saracinesca di intercettazione; non si prevede pertanto la posa di un ulteriore riduttore di pressione sul by-pass.

5.6 INGRESSO IN VASCA

Come già descritto nei paragrafi precedenti, al fine di limitare la portata ed evitare l'insorgere di pressioni negative lungo la condotta, l'ingresso in vasca, regolato da galleggiante per il mantenimento del livello costante, dovrà essere preceduto da un mantenimento della pressione di monte da tarare in maniera da garantire la pressione all'utenza sopra al Pilone; anche l'ingresso in vasca dovrà essere dotato di sistema di by-pass, regolato da saracinesca, della valvola di mantenimento per consentire l'ingresso diretto in vasca.

Anche l'ingresso in vasca della condotta proveniente dalle sorgenti Cariou sarà regolato con galleggiante per il mantenimento del livello costante.

6. ALLEGATO A - ALGORITMO DI CALCOLO EPANET

Il programma *Epanet* effettua delle simulazioni numeriche al fine di calcolare le portate che transitano in ogni ramo della rete ed i carichi ai nodi. Le equazioni che devono essere soddisfatte sono:

- energia: esprime la relazione che intercorre tra le perdite di carico di due nodi collegati i e j , riportata in equazione (1.1). Vengono definite un numero di equazioni di energia pari al numero dei collegamenti tra i nodi.

$$H_i - H_j = h_{ij} = rQ_{ij}^n + mQ_{ij}^2 \quad (1.1)$$

dove H è il carico al nodo, h la perdita di carico, r il coefficiente di resistenza ed m il coefficiente di perdita concentrata;

- continuità: esprime la continuità della portata ad ogni nodo della rete. Si definiscono un numero di equazioni di continuità, riportata in equazione (1.2), pari al numero di nodi presenti nella rete;

$$\sum_j Q_{ij} - D_i = 0 \quad (1.2)$$

dove Q_{ij} rappresenta la portata in ingresso ed in uscita al nodo i , mentre con D_i si indica la portata prelevata (segno negativo) o immessa (segno positivo) allo stesso 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. La complessità del problema è insita nell’elevato numero di equazioni da risolvere nel sistema. *Epanet* non fa altro che risolvere il sistema per ogni intervallo di tempo. Per risolverlo utilizza il metodo del gradiente, sviluppato da Todini e Pilati (1987). La soluzione tramite il metodo del gradiente prevede una stima iniziale della portata in ogni condotta che non soddisfi necessariamente l’equazione di continuità. Ad ogni iterazione del metodo, si trovano nuovi carichi ai nodi risolvendo l’equazione matriciale (1.3).

$$AH = F \quad (1.3)$$

dove A = alla matrice Jacobiana ($N \times N$), H = vettore dei carichi nodali incogniti ($N \times 1$), ed F = vettore dei termini noti ($N \times 1$). Gli elementi presenti sulla diagonale della matrice Jacobiana sono:

$$A_{ii} = \sum_j p_{ij} \quad (1.4)$$

mentre i termini non nulli fuori dalla diagonale principale sono:

$$A_{ij} = -p_{ij} \quad (1.5)$$

dove p_{ij} è l’inverso della derivata delle perdite di carico distribuite che si verificano nel collegamento tra i nodi i e j . Per le tubazioni vale la seguente relazione:

$$p_{ij} = \frac{1}{nr|Q_{ij}|^{n-1} + 2m|Q_{ij}|} \quad (1.6)$$

Ogni termine al lato destro dell’equazione consiste nella portata non bilanciata al nodo più un fattore di correzione:

$$F_i = \left(\sum_j Q_{ij} - D_i \right) + \sum_j Y_{ij} + \sum_f p_{if} H_f \quad (1.7)$$

dove l’ultimo termine viene applicato ad ogni collegamento tra il nodo i ed il nodo a carico fissato f , pari ad H_f , mentre il fattore di correzione della portata y_j vale:

$$y_{ij} = p_{ij} \left(r|Q_{ij}|^n + m|Q_{ij}|^2 \right) \frac{Q_{ij}}{|Q_{ij}|} \quad (1.8)$$

Dopo aver calcolato i nuovi carichi risolvendo la (1.3), si calcolano le nuove portate come in equazione:

$$Q_{ij} = Q_{ij} - \left(y_{ij} - p_{ij}(H_i - H_j) \right) \quad (1.9)$$

A questo punto se la somma del valore assoluto della variazione delle portate, rispetto alla variazione totale risulta maggiore di un valore di tolleranza, allora il programma ripete le iterazioni (1.3) e (1.9) fino a convergenza. Si noti come dopo la prima iterazione, al punto (1.9), venga sempre rispettata l'equazione di continuità nei nodi. Dopo aver trovato la soluzione, il programma avanza al prossimo step temporale, ricercando nuovi valori di domanda ai nodi e aggiornando le condizioni iniziali con la soluzione appena trovata. Successivamente viene nuovamente ricercata la soluzione fino a convergenza.

7. ALLEGATO B – NETWORK EPANET

[TITLE]

UM0072 - Lavori di sostituzione rete idrica in Località Gallina

[JUNCTIONS]

ID	Elev	Demand	Pattern			
1	920	0				;
2	852	0				;
5	757	0				;
8	773.67	0				;
Utenze_Basse		721	0	3		;
Pilone	866	0				;
6	752	0				;
10	753	0				;
7	770	0				;
3	818	0				;
4	770	0				;
13	782	0				;
Utenza_Alta		790	0			;
16	757	0				;
17	770	7				;
18	888	0	3			;
2b	852	0				;
3b	812	0				;
4b	785	0				;
13b	763	0				;
5b	757	0				;
6b	752	0				;
7b	770	0				;
8b	773.67	0				;
17b	770	1.7		1.75		;
19	757	0				;
20	757	0				;
22	801	0				;
Utenze_Alte		762	0	3		;
27	812	0				;
30	812	0				;
9	852	0				;

[RESERVOIRS]

ID	Head	Pattern	
Serbatoioio-DeiGallina	984		;
Serbatoioio-BrickGeniu	773		;
S32_Cariou	995		;

[PIPES]

ID	Node1	Node2	Length	Diameter	Roughness	MinorLoss	Status
P1	Serbatoioio-DeiGallina	1	170	160.3	0.7	0	Open ;
P2	1	Pilone	900	70.3	0.7	0	Open ;70.3
P3	Pilone	2	200	79.8	0.1	0	Open ;
P12	5	6	45	79.8	0.1	0	Open ;
P13	6	7	250	79.8	0.1	0	Open ;
P14	7	8	200	73.6	0.1	0	Open ;
P16	16	10	133	51.4	0.1	0	Open ;
P17	10	Utenze_Alte	100	51.4	0.1	0	Open ;
P18	19	Utenze_Basse	255	32	0.7	0	Open ;
P41	4	5	150	79.8	0.1	0	Open ;
P6	17	Serbatoioio-BrickGeniu	1	90	0.1	0	Closed ;
P7	9	3	200	73.6	0.1	0	Open ;
P5	8	Utenza_Alta	450	40.8	0.1	0	Open ;DN50
P9	Pilone	18	200	26	0.1	0	Open ;
P11	S32_Cariou	2b	900	40.8	0.7	0	Open ;
P15	2b	3b	235	40.8	0.7	0	Open ;
P19	30	4b	545	40.8	0.1	0	Open ;
P20	4b	13b	170	40.8	0.1	0	Open ;
P21	13b	5b	80	40.8	0.1	0	Open ;
P22	5b	6b	45	40.8	0.1	0	Open ;
P23	6b	7b	240	40.8	0.1	0	Open ;
P24	7b	8b	205	40.8	0.1	0	Open ;
P25	8b	17b	5	40.8	0.1	50	Open ;
P26	17b	Serbatoioio-BrickGeniu	1	40.8	0.1	100	Closed ;
P27	16	20	1	51.4	0.1	0	Open ;
P10	3	27	35	73.6	0.1	0	Open ;
P28	27	22	145	73.6	0.1	0	Open ;
P29	13	4	70	73.6	0.1	0	Open ;

```

P31    22    13    180    73.6    0.1    0    Open    ;

[PUMPS]
;ID    Node1          Node2          Parameters

[VALVES]
;ID    Node1          Node2          Diameter      Type      Setting      MinorLoss
2      5      16      50      PRV      70      50      ;
3      8      17      80      PSV      49      50      ;
5      20     19      40.8    PRV      30      50      ;
10     3b     30      40.8    PRV      45      50      ;
4      2      9      80      PRV      20      50      ;

[PATTERNS]
;ID    Multipliers
;Tutti i casi
1      1      0      0.25    0.5      0.75
;Punta
2      5.25    5.25    5.25    5.25    5.25
;Costante
3      1      0      1      1      1

[TIMES]
Duration      5:00
Hydraulic Timestep  1:00
Quality Timestep  0:05
Pattern Timestep  1:00
Pattern Start 0:00
Report Timestep  1:00
Report Start 0:00
Start ClockTime 12 am
Statistic      None

[OPTIONS]
Units          LPS
Headloss       D-W
Specific Gravity 1
Viscosity      1
Trials         40
Accuracy       0.001
CHECKFREQ     2
MAXCHECK      10
DAMPLIMIT     0
Unbalanced    Continue 10
Pattern       1
Demand Multiplier 1.0
Emitter Exponent 0.5
Quality       None mg/L
Diffusivity   1
Tolerance     0.01

[END]

```

8. ALLEGATO C – SOLUZIONE COMUNE CARIOU

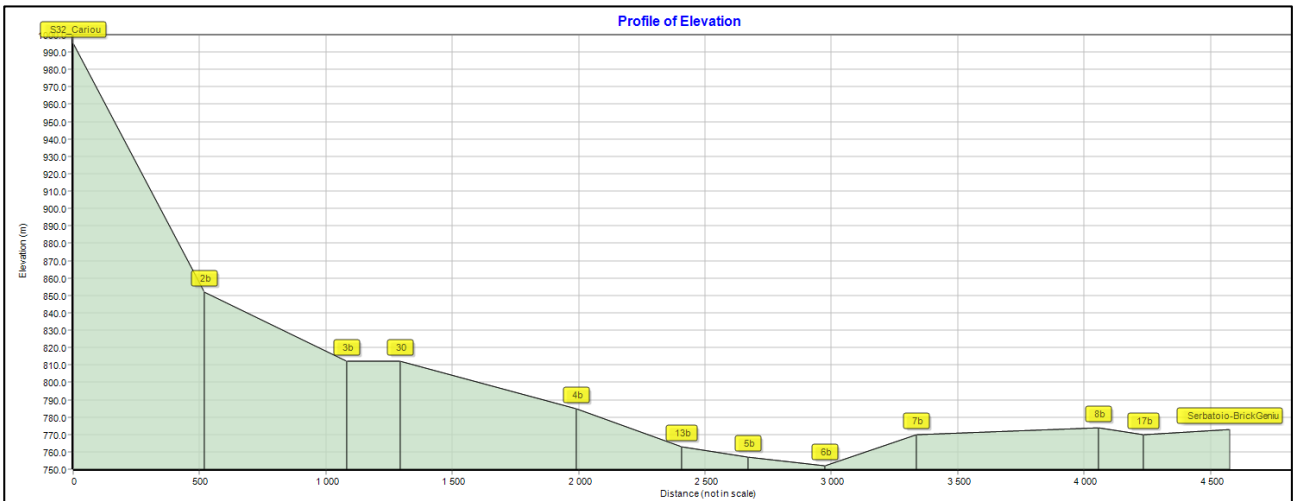


Figura 13 - Profilo del terreno

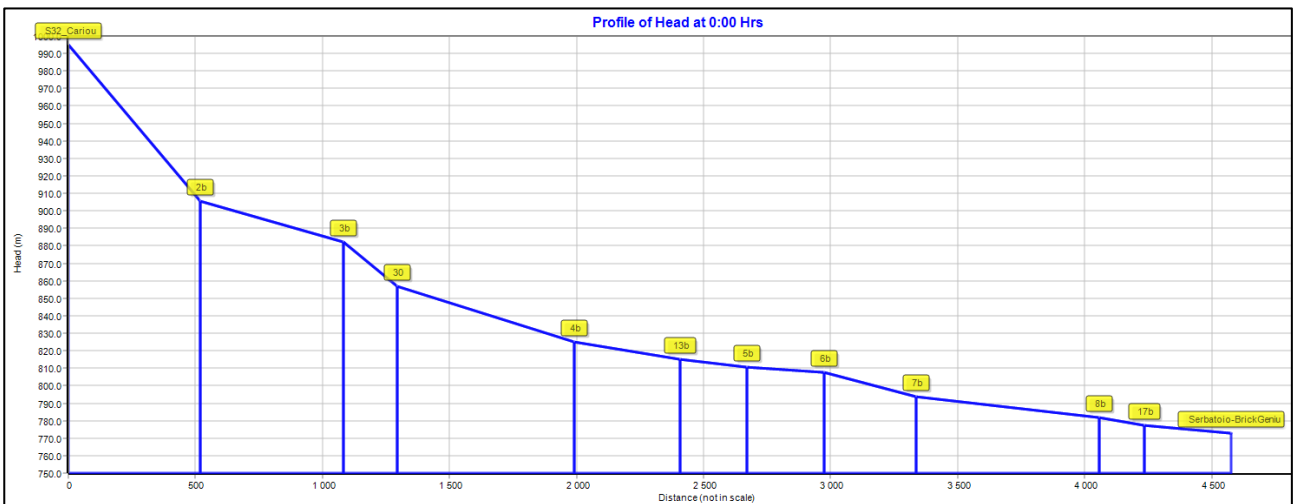


Figura 14 - Profilo dei carichi

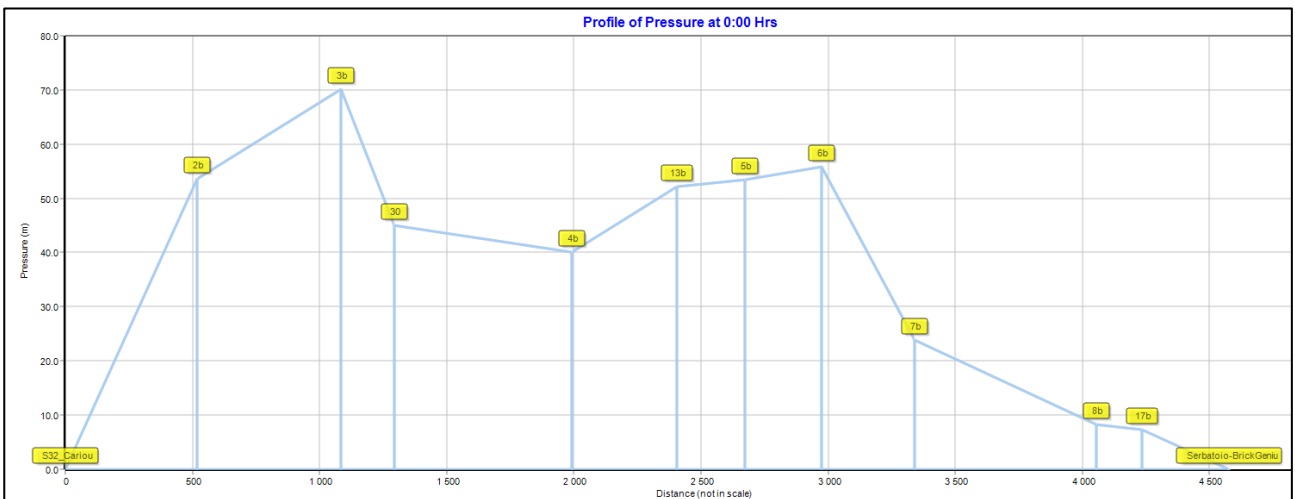


Figura 15 - Profilo delle pressioni


```

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

```

UM0072 - Lavori di sostituzione rete idrica in Località Gallina

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
P11	S32_Cariou	2b	900	40.8
P15	2b	3b	235	40.8
P19	30	4b	545	40.8
P20	4b	13b	170	40.8
P21	13b	5b	80	40.8
P22	5b	6b	45	40.8
P23	6b	7b	240	40.8
P24	7b	8b	205	40.8
P25	8b	17b	5	40.8
P26	17b	Serbatoio-BrickGeniu	1	40.8
10	3b	30	#N/A	40.8 Valve

Node Results at 0:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality m
2b	0.00	905.53	53.53	0.00
3b	0.00	882.17	70.17	0.00
4b	0.00	825.13	40.13	0.00
13b	0.00	815.19	52.19	0.00
5b	0.00	810.52	53.52	0.00
6b	0.00	807.89	55.89	0.00
7b	0.00	793.85	23.85	0.00
8b	0.00	781.87	8.20	0.00
17b	1.70	777.27	7.27	0.00
Serbatoio-BrickGeniu	0.00	773.00	0.00	0.00 Reservoir
S32_Cariou	-1.70	995.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 0:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Headloss m/km	Status
P11	1.70	1.30	99.41	Open
P15	1.70	1.30	99.41	Open
P19	1.70	1.30	58.47	Open
P20	1.70	1.30	58.47	Open
P21	1.70	1.30	58.47	Open
P22	1.70	1.30	58.47	Open
P23	1.70	1.30	58.47	Open
P24	1.70	1.30	58.47	Open
P25	1.70	1.30	919.71	Open
P26	0.00	0.00	0.00	Closed
10	1.70	1.30	25.17	Active Valve

9. ALLEGATO D – ALTERNATIVA 1 GALLINA-BRICK GENIU

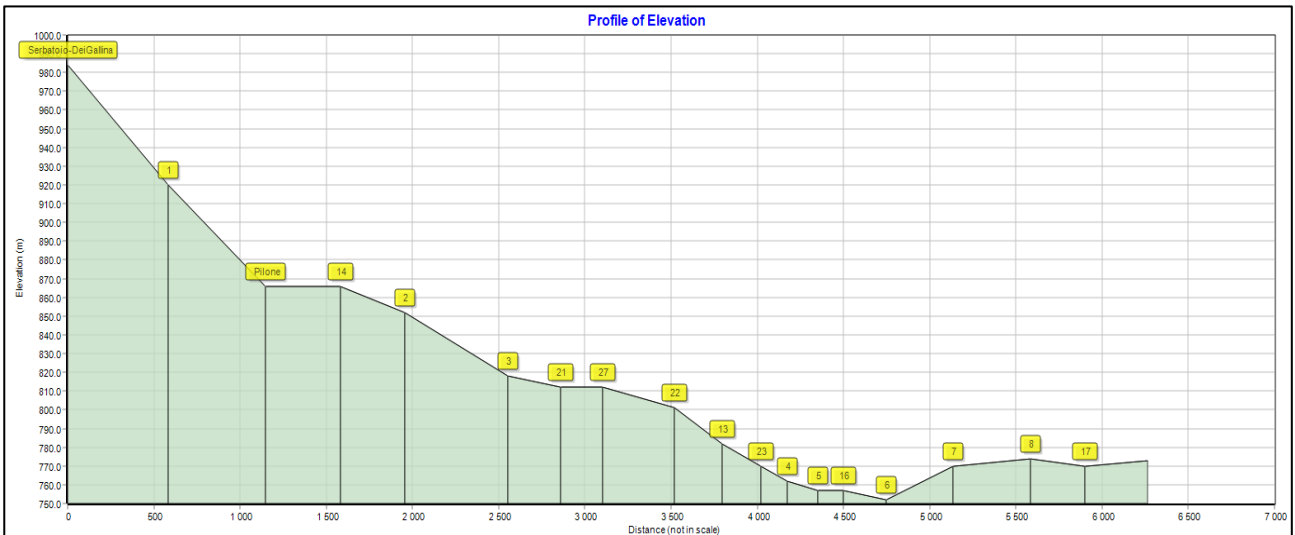


Figura 16 - Profilo del terreno

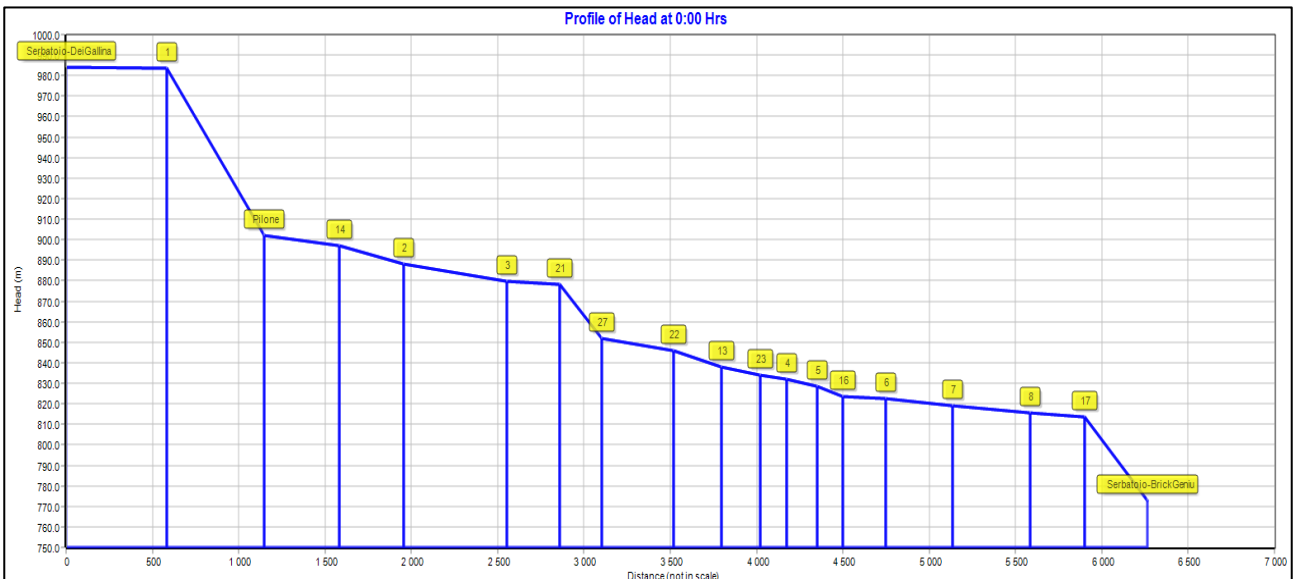


Figura 17 - Profilo dei carichi

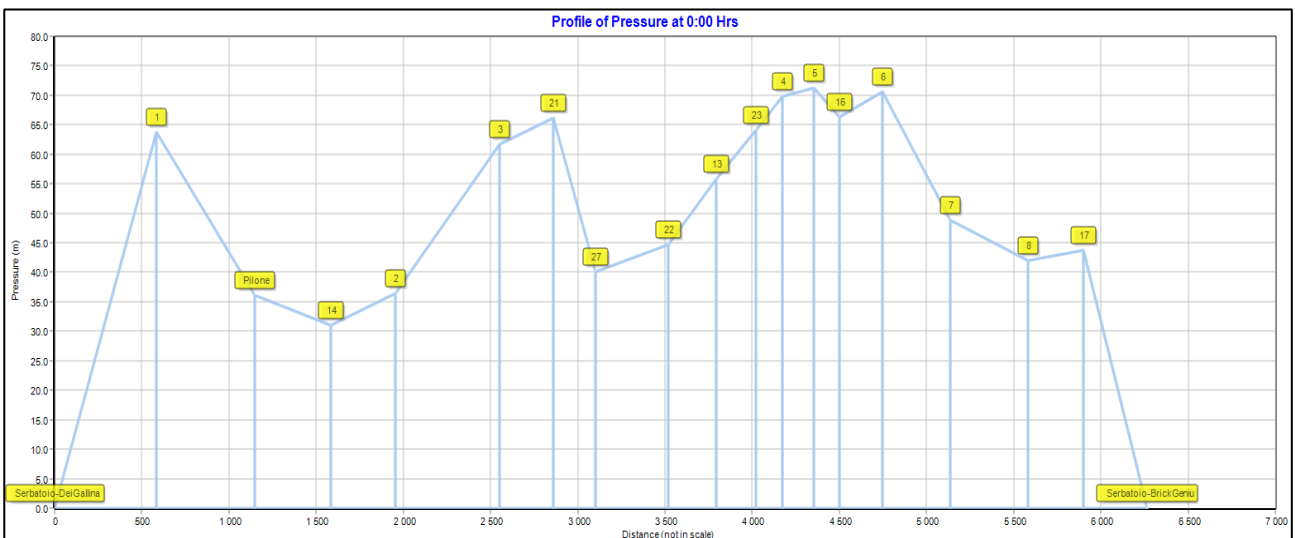


Figura 18 - Profilo delle pressioni

```

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

```

UM0072 - Lavori di sostituzione rete idrica in Località Gallina

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
P1	Serbatoio-DeiGallina		170	160.3
P2	1	Pilone	900	70.3
P3	14	2	200	73.6
P12	16	6	45	90
P13	6	7	240	90
P14	7	8	205	90
P16	16	10	133	51.4
P17	10	Utenze_Alte	100	51.4
P18	19	Utenze_Basse	255	32
P41	4	5	80	73.6
P6	17	Serbatoio-BrickGeniu		1 90
P7	2	3	200	73.6
P5	8	Utenza_Alta	450	40.8
P9	Pilone	18	200	26
P27	16	20	1	73.6
P10	3	21	35	73.6
P28	27	22	145	73.6
P29	13	23	85	73.6
P30	23	4	55	73.6
P31	22	13	180	73.6
1	Pilone	14	#N/A	80 Valve
2	5	16	#N/A	80 Valve
3	8	17	#N/A	100 Valve
5	20	19	#N/A	40.8 Valve
8	21	27	#N/A	80 Valve

Node ID	Demand LPS	Head LPS	Pressure m	Quality m
1	0.00	983.80	63.80	0.00
2	0.00	888.38	36.38	0.00
5	0.00	828.29	71.29	0.00
8	0.00	815.70	42.03	0.00
Utenze_Basse	0.00	787.00	66.00	0.00
Pilone	0.00	902.02	36.02	0.00
6	0.00	822.65	70.65	0.00
10	0.00	823.35	70.35	0.00
7	0.00	818.90	48.90	0.00
3	0.00	879.68	61.68	0.00
4	0.00	831.77	69.77	0.00
13	0.00	837.86	55.86	0.00
14	0.00	897.08	31.08	0.00
Utenza_Alta	0.00	815.70	25.70	0.00
16	0.00	823.35	66.35	0.00
17	7.00	813.68	43.68	0.00
18	0.00	902.02	14.02	0.00
19	0.00	787.00	30.00	0.00
20	0.00	823.35	66.35	0.00
21	0.00	878.16	66.16	0.00
22	0.00	845.69	44.69	0.00
23	0.00	834.16	64.16	0.00
Utenze_Alte	0.00	823.35	61.35	0.00
27	0.00	852.00	40.00	0.00
Serbatoio-DeiGallina	-7.00	984.00	0.00	0.00 Reservoir
Serbatoio-BrickGeniu	0.00	773.00	0.00	0.00 Reservoir

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Status
P1	7.00	0.35	1.20	Open
P2	7.00	1.80	90.86	Open
P3	7.00	1.65	43.50	Open

P12	7.00	1.10	15.62	Open
P13	7.00	1.10	15.62	Open
P14	7.00	1.10	15.61	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
P41	7.00	1.65	43.50	Open
P6	0.00	0.00	0.00	Closed
P7	7.00	1.65	43.50	Open
P5	0.00	0.00	0.00	Open
P9	0.00	0.00	0.00	Open
P27	0.00	0.00	0.00	Open
P10	7.00	1.65	43.50	Open
P28	7.00	1.65	43.50	Open
P29	7.00	1.65	43.50	Open
P30	7.00	1.65	43.50	Open
P31	7.00	1.65	43.50	Open
1	7.00	1.39	4.94	Open Valve
2	7.00	1.39	4.94	Open Valve
3	7.00	0.89	2.02	Open Valve
5	0.00	0.00	36.35	Active Valve
8	7.00	1.39	26.16	Active Valve

10.ALLEGATO E – ALTERNATIVA 2 GALLINA-BRICK GENIU

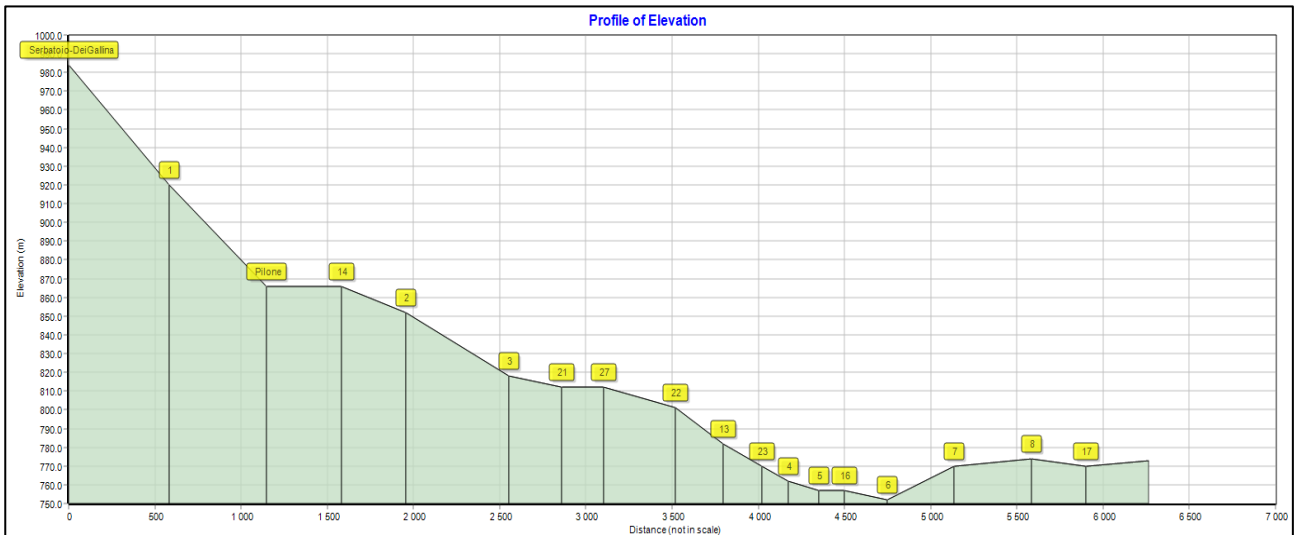


Figura 19 - Profilo del terreno

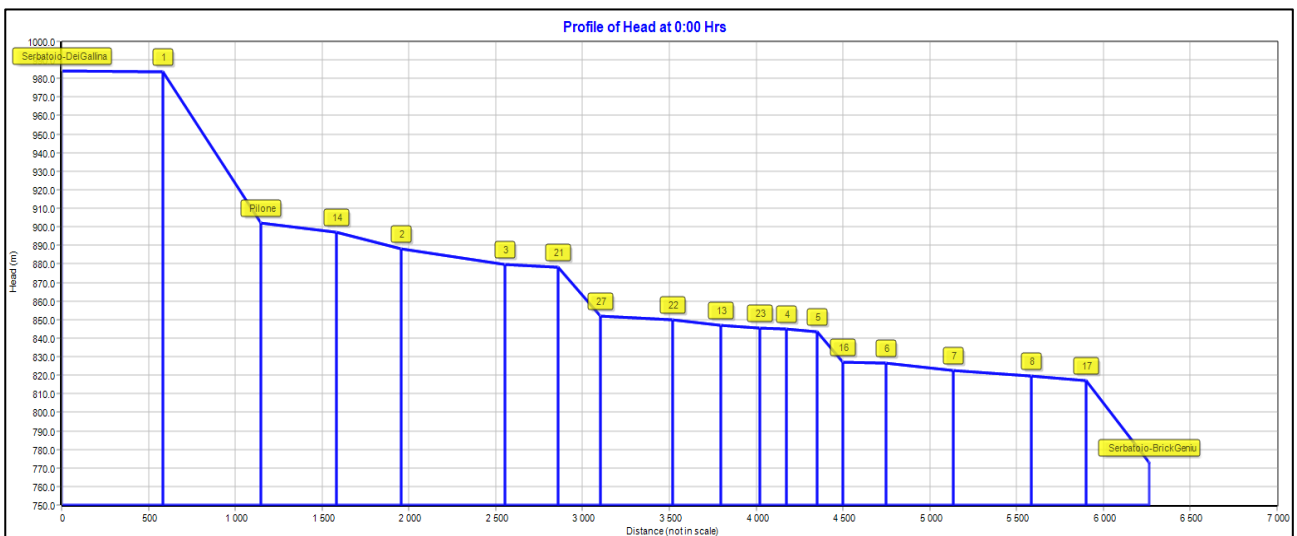


Figura 20 - Profilo dei carichi

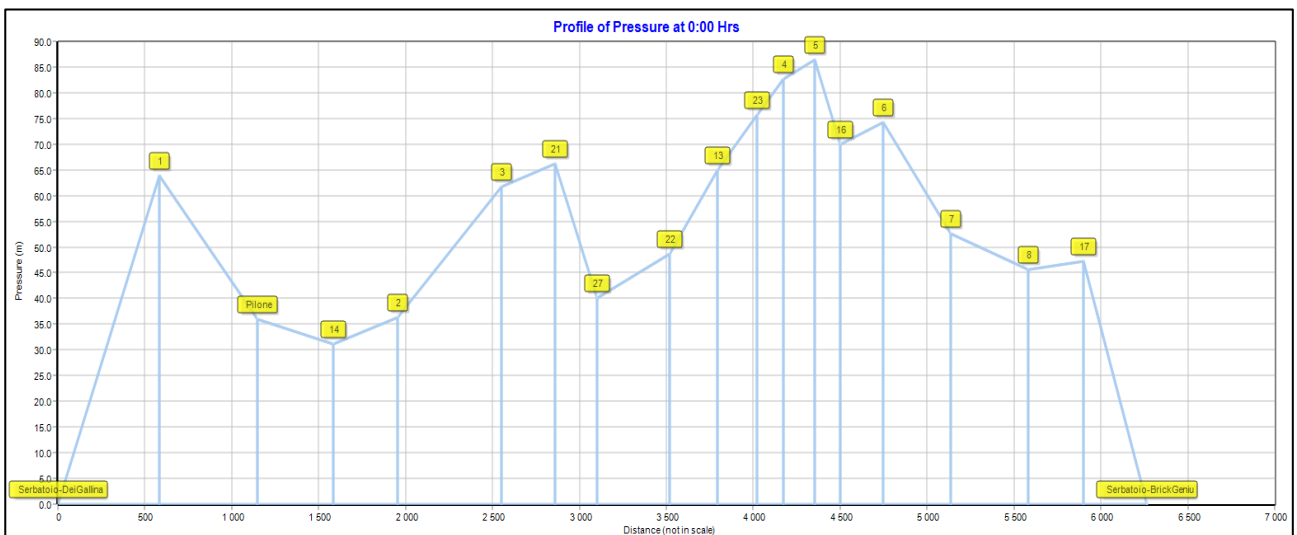


Figura 21 - Profilo delle pressioni

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

UM0072 - Lavori di sostituzione rete idrica in Località Gallina

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
P1	Serbatoio-DeiGallina1		170	160.3
P2	1	Pilone	900	70.3
P3	14	2	200	73.6
P12	16	6	45	90
P13	6	7	240	90
P14	7	8	205	90
P16	16	10	133	51.4
P17	10	Utenze_Alte	100	51.4
P18	19	Utenze_Basse	255	32
P41	4	5	80	90
P6	17	Serbatoio-BrickGeniu	1	90
P7	2	3	200	73.6
P5	8	Utenza_Alta	450	40.8
P9	Pilone	18	200	26
P28	27	22	145	90
P29	13	23	85	90
P30	23	4	55	90
P31	22	13	180	90
1	Pilone	14	#N/A	80 Valve
2	5	16	#N/A	80 Valve
3	8	17	#N/A	100 Valve
5	20	19	#N/A	40.8 Valve
8	21	27	#N/A	80 Valve

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality m
1	0.00	983.80	63.80	0.00
2	0.00	888.38	36.38	0.00
5	0.00	843.49	86.49	0.00
8	0.00	819.35	45.68	0.00
Utenze_Basse	0.00	787.00	66.00	0.00
Pilone	0.00	902.02	36.02	0.00
6	0.00	826.30	74.30	0.00
10	0.00	827.00	74.00	0.00
7	0.00	822.55	52.55	0.00
3	0.00	879.68	61.68	0.00
4	0.00	844.74	82.74	0.00
13	0.00	846.93	64.93	0.00
14	0.00	897.08	31.08	0.00
Utenza_Alta	0.00	819.35	29.35	0.00
16	0.00	827.00	70.00	0.00
17	7.00	817.33	47.33	0.00
18	0.00	902.02	14.02	0.00
19	0.00	787.00	30.00	0.00
20	0.00	827.00	70.00	0.00
21	0.00	878.16	66.16	0.00
22	0.00	849.74	48.74	0.00
23	0.00	845.60	75.60	0.00
Utenze_Alte	0.00	827.00	65.00	0.00
27	0.00	852.00	40.00	0.00
Serbatoio-DeiGallina	-7.00	984.00	0.00	0.00 Reservoir
Serbatoio-BrickGeniu	0.00	773.00	0.00	0.00 Reservoir

Link ID	Flow	Velocity LPS	Unit Headloss m/s	Status
P1	7.00	0.35	1.20	Open
P2	7.00	1.80	90.86	Open
P3	7.00	1.65	43.50	Open
P12	7.00	1.10	15.62	Open
P13	7.00	1.10	15.62	Open

P14	7.00	1.10	15.61	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
P41	7.00	1.10	15.61	Open
P6	0.00	0.00	0.00	Closed
P7	7.00	1.65	43.50	Open
P5	0.00	0.00	0.00	Open
P9	0.00	0.00	0.00	Open
P27	0.00	0.00	0.00	Open
P10	7.00	1.65	43.50	Open
P28	7.00	1.10	15.62	Open
P29	7.00	1.10	15.62	Open
P30	7.00	1.10	15.61	Open
P31	7.00	1.10	15.61	Open
1	7.00	1.39	4.94	Open Valve
2	7.00	1.39	16.49	Active Valve
3	7.00	0.89	2.02	Open Valve
5	0.00	0.00	40.00	Active Valve
8	7.00	1.39	26.16	Active Valve

11. ALLEGATO F – ALTERNATIVA 3 GALLINA-BRICK GENIU

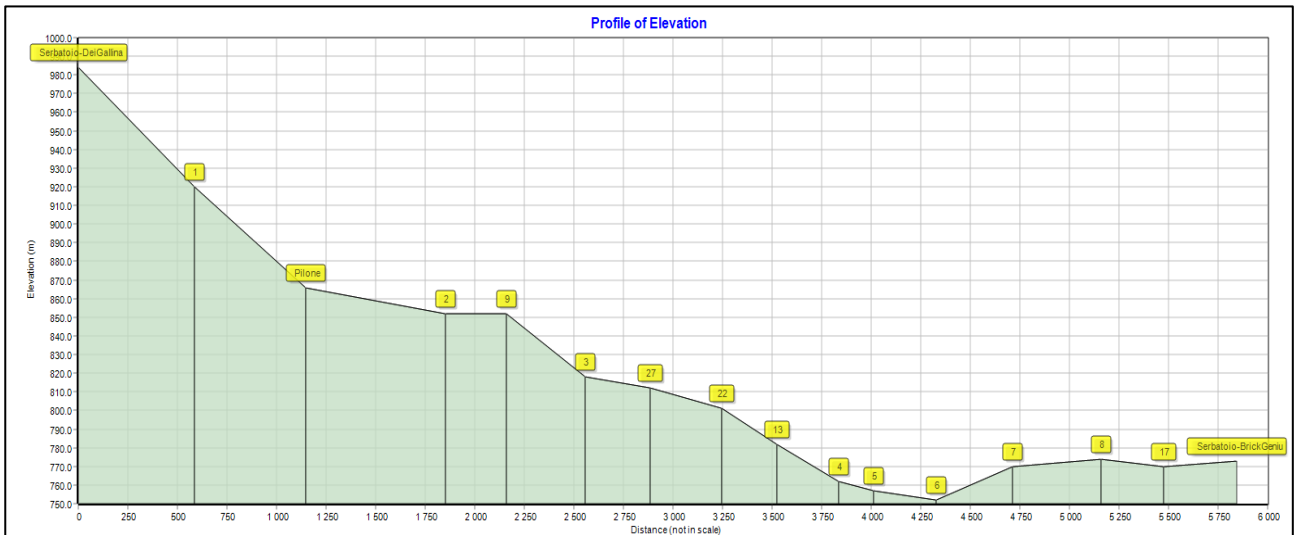


Figura 22 - Profilo del terreno

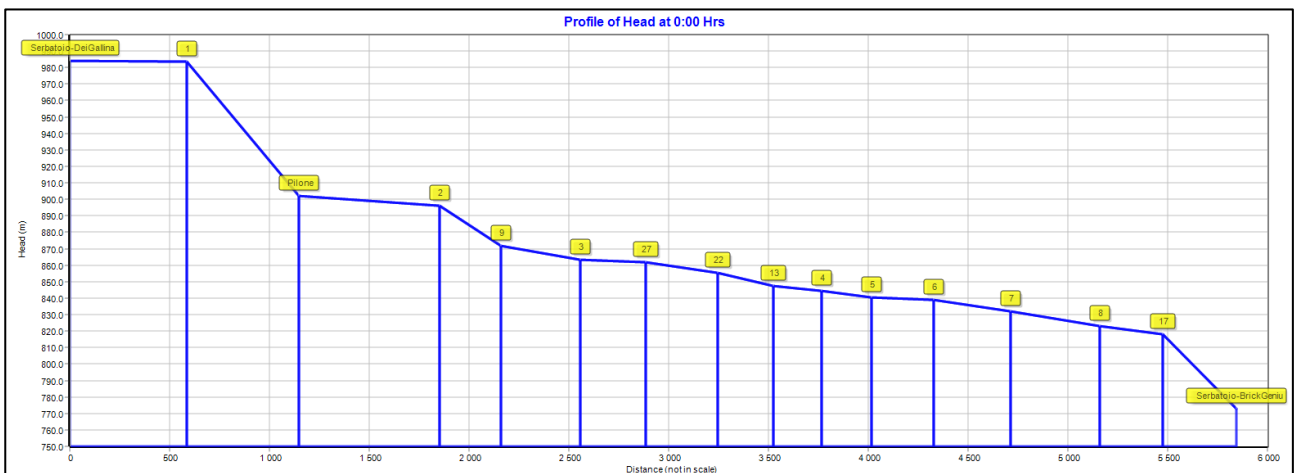


Figura 23 - Profilo dei carichi

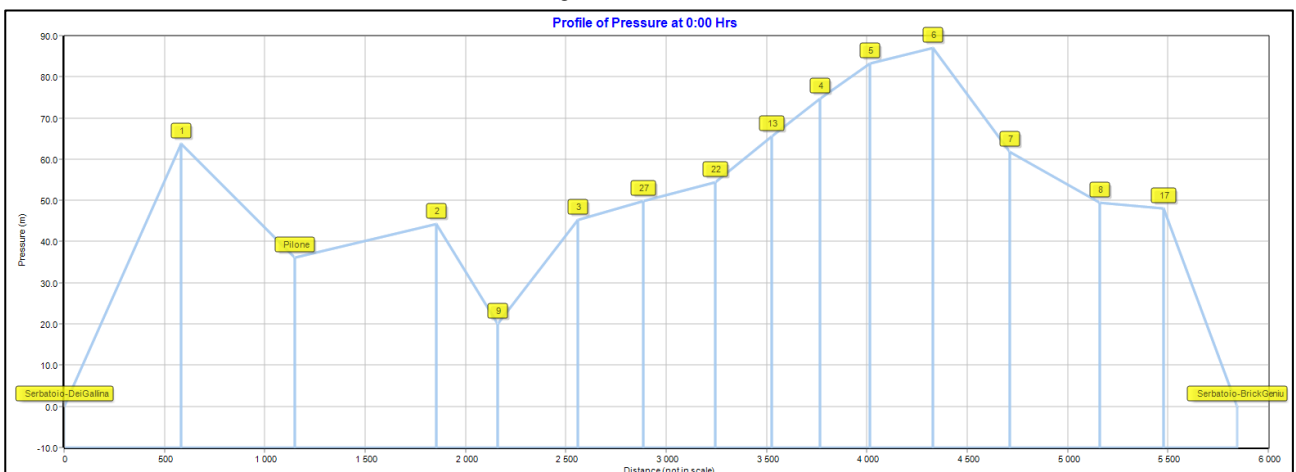


Figura 24 - Profilo delle pressioni


```

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

```

Input File: UM0072 - Stato di progetto - Alternativa 4 DW.net

UM0072 - Lavori di sostituzione rete idrica in Località Gallina

Link - Node Table:

Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
P1	Serbatoio-DeiGallina		170	160.3
P2	1	Pilone	900	70.3
P3	Pilone	2	200	79.8
P12	5	6	45	79.8
P13	6	7	250	79.8
P14	7	8	200	73.6
P16	16	10	133	51.4
P17	10	Utenze_Alte	100	51.4
P18	19	Utenze_Basse	255	32
P41	4	5	150	79.8
P6	17	Serbatoio-BrickGeniu	1	90
P7	9	3	200	73.6
P5	8	Utenza_Alta	450	40.8
P9	Pilone	18	200	26
P27	16	20	1	51.4
P10	3	27	35	73.6
P28	27	22	145	73.6
P29	13	4	70	73.6
P31	22	13	180	73.6
2	5	16	#N/A	50 Valve
3	8	17	#N/A	80 Valve
5	20	19	#N/A	40.8 Valve
4	2	9	#N/A	80 Valve

Node Results at 0:00 Hrs:

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality m
1	0.00	983.80	63.80	0.00
2	0.00	896.27	44.27	0.00
5	0.00	840.27	83.27	0.00
8	0.00	823.08	49.41	0.00
Utenze_Basse	0.00	787.00	66.00	0.00
Pilone	0.00	902.02	36.02	0.00
6	0.00	838.98	86.98	0.00
10	0.00	827.00	74.00	0.00
7	0.00	831.78	61.78	0.00
3	0.00	863.30	45.30	0.00
4	0.00	844.59	74.59	0.00
13	0.00	847.64	65.64	0.00
Utenza_Alta	0.00	823.08	33.08	0.00
16	0.00	827.00	70.00	0.00
17	7.00	818.14	48.14	0.00
18	0.00	902.02	14.02	0.00
19	0.00	787.00	30.00	0.00
20	0.00	827.00	70.00	0.00
22	0.00	855.47	54.47	0.00
Utenze_Alte	0.00	827.00	65.00	0.00
27	0.00	861.78	49.78	0.00
30	0.00	857.00	45.00	0.00
9	0.00	872.00	20.00	0.00
Serbatoio-DeiGallina	-7.00	984.00	0.00	0.00 Reservoir
Serbatoio-BrickGeniu	0.00	773.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 0:00 Hrs:

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Headloss m/km	Status
P1	7.00	0.35	1.20	Open

P2	7.00	1.80	90.86	Open
P3	7.00	1.40	28.78	Open
P12	7.00	1.40	28.79	Open
P13	7.00	1.40	28.78	Open
P14	7.00	1.65	43.50	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
P41	7.00	1.40	28.78	Open
P6	0.00	0.00	0.00	Closed
P7	7.00	1.65	43.50	Open
P5	0.00	0.00	0.00	Open
P9	0.00	0.00	0.00	Open
P27	0.00	0.00	0.00	Open
P10	7.00	1.65	43.50	Open
P28	7.00	1.65	43.50	Open
P29	7.00	1.65	43.50	Open
P31	7.00	1.65	43.50	Open
2	0.00	0.00	13.27	Active Valve
3	7.00	1.39	4.94	Open Valve
5	0.00	0.00	40.00	Active Valve
4	7.00	1.39	24.27	Active Valve

11.1 CONDIZIONI DI ESERCIZIO

Node Results at 4:00 Hrs:

Node ID	Demand	Head LPS	Pressure m	Quality m
1	0.00	983.88	63.88	0.00
2	0.00	934.32	82.32	0.00
5	0.00	853.74	96.74	0.00
8	0.00	843.84	70.17	0.00
Utenze_Basse	0.00	787.00	66.00	0.00
Pilone	0.00	937.64	71.64	0.00
6	0.00	853.00	101.00	0.00
10	0.00	827.00	74.00	0.00
7	0.00	848.85	78.85	0.00
3	0.00	866.99	48.99	0.00
4	0.00	856.23	86.23	0.00
13	0.00	857.98	75.98	0.00
Utenza_Alta	0.00	843.84	53.84	0.00
16	0.00	827.00	70.00	0.00
17	5.25	841.06	71.06	0.00
18	0.00	937.64	49.64	0.00
2b	0.00	944.30	92.30	0.00
3b	0.00	931.06	119.06	0.00
4b	0.00	838.58	53.58	0.00
13b	0.00	832.84	69.84	0.00
5b	0.00	830.13	73.13	0.00
6b	0.00	828.61	76.61	0.00
7b	0.00	820.50	50.50	0.00
8b	0.00	813.57	39.90	0.00
17b	1.27	810.98	40.98	0.00
19	0.00	787.00	30.00	0.00
20	0.00	827.00	70.00	0.00
22	0.00	862.49	61.49	0.00
Utenze_Alte	0.00	827.00	65.00	0.00
27	0.00	866.12	54.12	0.00
30	0.00	857.00	45.00	0.00
9	0.00	872.00	20.00	0.00
Serbatoio-DeiGallina	-5.25	984.00	0.00	0.00 Reservoir
Serbatoio-BrickGeniu	0.00	773.00	0.00	0.00 Reservoir
S32_Cariou	-1.28	995.00	0.00	0.00 Reservoir

Link Results at 4:00 Hrs:

Link ID	Flow	Velocity LPS	Unit m/s	Headloss m/km	Status
P1	5.25	0.26	0.69		Open
P2	5.25	1.35	51.38		Open
P3	5.25	1.05	16.60		Open
P12	5.25	1.05	16.60		Open
P13	5.25	1.05	16.60		Open

P14	5.25	1.23	25.03	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
P41	5.25	1.05	16.60	Open
P6	0.00	0.00	0.00	Closed
P7	5.25	1.23	25.03	Open
P5	0.00	0.00	0.00	Open