



REGIONE DEL VENETO

provincia 
verona



FONDO
COMUNI
CONFINANTI

ATO
VERONESE
Consiglio di Bacino Veronese

Acque  Veronesi



RETI TECNOLOGICHE E VIABILITA' MALGHE DELLA LESSINIA
- Comuni di S. Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova -

PROGETTO DEFINITIVO

RE02 - RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTISTA

INGEGNERIA 2P & associati
Via Dall'Armi, 27/3
30027 San Donà di Piave (VE)
tel. 0421.30.77.00 - fax. 0421.30.77.16
e-mail: info@ingegneria2p.it

**RESPONSABILE GENERALE DELLA PROGETTAZIONE
E DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Corrado Petris
N° 1830 ORDINE DEGLI ING. DI VENEZIA

PROGETTISTA IDRAULICO

Ing. Nicola Bisetto
N° A2937 ORDINE DEGLI ING. DI TREVISO

PROGETTISTA DEL DOCUMENTO SPECIALISTICO

RELAZIONE TECNICA E IDRAULICA

Ing. Nicola Bisetto
N° A2937 ORDINE DEGLI ING. DI TREVISO

DATA

Novembre 2020

RILIEVI TOPOGRAFICI

geom. Andrea Laiti - S. Anna d'Alfaedo (VR)

SICUREZZA

geom. Marco Turozzi - S. Bonifacio (VR)

GEOLOGIA

dott. Cristiano Mastella - S. Pietro in Cariano (VR)

RELAZIONI AMBIENTALI

Architer s.r.l. - VERONA

PIANO PARTICELLARE ED ESPROPRI

ing. Flavio Laiti - S. Anna d'Alfaedo (VR)

ASSISTENZA ARCHEOLOGICA

dott. Gianfranco Valle - S. Cipriano Po (PV)

REVISIONE

01

Settembre 2021

02

CODICE CUP

I26H19000070005

CODICE INTERVENTO

31001900

CODICE INTERVENTO AATO

"Potenziamento acquedotto della Lessinia"
A.2 - 01

RUP

ing. Umberto Anti

RETI TECNOLOGICHE E VIABILITA' MALGHE DELLA LESSINIA COMUNI DI SANT'ANNA D'ALFAEDO, ERBEZZO E BOSCO CHIESANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Idraulica

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO.....	3
3.	LA RETE ACQUEDOTTISTICA ESISTENTE.....	5
4.	CALCOLO FABBISOGNO IDRICO	10
5.	LE OPERE DI PROGETTO.....	12
5.1.	Generalità	12
5.2.	I tracciati	12
5.3.	I serbatoi e gli impianti di sollevamento di nuova realizzazione	19
5.1.	Gli interventi di adeguamento degli impianti esistenti	22
6.	VERIFICA E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI DELLE OPERE	22
7.	MODELLAZIONE IDRAULICA DELLA RETE.....	25
7.1.	Caratteristiche della rete	25
7.2.	Il criterio di dimensionamento	26
7.3.	La simulazione eseguita	26
8.	APPENDICE 1: DESCRIZIONE DEL MODELLO.....	44
9.	APPENDICE 2: RISULTATI DEL MODELLO	48

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

1. Premessa

I Comuni di Bosco Chiesanuova, Erbezzo e Sant'Anna d'Alfaedo risultano beneficiari di un contributo pubblico a fondo perduto garantito dal Fondo Comuni Confinati per realizzare un progetto denominato "RETI TECNOLOGICHE E VIABILITÀ MALGHE DELLA LESSINIA" di importo complessivo pari a 7,5 milioni di euro.

L'obiettivo del progetto è quello di estendere in modo sinergico al maggior numero possibile di malghe dell'Alta Lessinia le infrastrutture acquedottistiche ed elettriche esistenti.

Nel settembre 2019 è stato redatto il progetto di fattibilità tecnica ed economica con cui si sono studiate le opere di estensione delle reti idrica ed elettrica esistenti, costruendo un quadro di Alternative e individuando quella che rappresenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività.

Il progetto definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del progetto di fattibilità tecnica ed economica approvato, sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi relativi alle opere previste dall'alternativa ritenuta preferibile (Alternativa n.ro 3), illustrando le indagini condotte e le scelte costruttive adottate.

La presente relazione idraulica è finalizzata alla verifica ed al dimensionamento delle opere a rete, dei sollevamenti e dei serbatoi sviluppati nell'ambito del progetto di estensione della rete idrica alle malghe della Lessinia presenti nei comuni di Bosco Chiesanuova, Erbezzo e Sant'Anna d'Alfaedo.

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

2. Localizzazione geografica dell'intervento

Il territorio lessinico si estende per oltre 820km² tra la Provincia di Verona e quella di Trento e geograficamente si situa nella parte sudorientale della catena alpina nelle Prealpi Venete. I suoi confini sono ben delineati con il solco della valle glaciale dell'Adige ad Ovest, con la profonda incisione della Val dei Ronchi a Nord e con i centri urbani e le aree agricole della pianura veronese a Sud, verso i quali si adagiano le dorsali collinari che sovrastano le principali vallate. Il confine Orientale, meno netto dei precedenti, si delinea lungo la dorsale che separa la Val d'Alpone dalla vicentina Valle del Chiampo.

Dalle aree pianeggianti pedemontane fino alle sue vette la Lessinia può essere suddivisa in tre differenti ambiti paesaggistici, ognuna dei quali è riconoscibile per alcuni aspetti naturali ed umani che le caratterizzano: la zona pedemontana e collinare, che si estende dai fondovalle fino ai 600-800 metri delle dorsali, dove spiccano le diffuse coltivazioni a vite, ulivo e ciliegio; la zona di media montagna, tra gli 800 e i 1200 metri circa, in cui si situano i principali centri abitati e la gran parte delle tipiche contrade lessiniche; la zona degli alti pascoli, tra i 1200 metri e le vette orientali che superano i 1800 metri, caratterizzata dalle oltre cento malghe d'alpeggio e dalle fitte foreste di faggio e abete che occupano i versanti più impervi.

Il paesaggio dei Monti Lessini non è quello tipico delle aree carsiche anche se risulta praticamente assente una idrografia superficiale degna di nota. Esiste, infatti, un apparente contrasto tra la morfologia carsica superficiale non molto evidente e l'idrologia di tipo carsico (fluviocarso) che può essere spiegato con la presenza di un fitto reticolo di fratture e faglie (tectocarso) che drenano l'acqua verso le porzioni più profonde del massiccio carbonatico lessineo. L'idrografia della regione montuosa e collinare è condizionata, innanzi tutto, dall'assetto tettonico generale e dalle caratteristiche litologiche delle formazioni rocciose. Il sistema idrografico fondamentale è pertanto costituito da valli dirette secondo la massima pendenza della regione monoclinale, orientate da N a S nella parte occidentale e da NNO a SSE in quella orientale. A queste si affianca un sistema di valli affluenti, normali o quasi alle maggiori, che convogliano le acque nei bacini principali.

La parte del territorio lessinico interessata dalle opere di progetto ricade nella zona degli altri pascoli, tra una quota di circa 1100 e 1800 m s.m., ed in particolare entro i comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova. Il comune di Sant'Anna d'Alfaedo si estende nella parte più occidentale dell'altopiano lessinico, al confine con la Val D'Adige. Il territorio del comune è quasi totalmente a sud dei Corni (Corno d'Aquilio, 1545 m s.m., e Corno Mozzo). Una parte del comune è a nord del Corno d'Aquilio, ed è chiamata *Pialda Bassa*; in questo luogo è ubicata la Spluga della Preta, un insieme di grotte carsiche che arrivano ad una profondità esplorata di circa 1000 metri, conosciuta per lunghi anni come la grotta più profonda del mondo.

Erbezzo è sito sulla dorsale a cavallo tra il vajo dell'Anguilla e quello dei Falconi. Confina con la provincia di Trento a nord, ad ovest con Sant'Anna d'Alfaedo, ad est con Bosco Chiesanuova ed a sud con Grezzana. Il suo territorio è quasi totalmente inserito nel Parco Naturale Regionale della Lessinia e si sviluppa tra i 700 ed i 1.765 metri di Castelberto.

L'area orientale della rete oggetto di progettazione ricade entro il comune di Bosco Chiesanuova che si colloca sulla dorsale tra il vajo di Squaranto e il vajo dell'Anguilla. La vetta più alta del comune è rappresentata dal monte Tomba che presenta una quota di 1765 m smm.

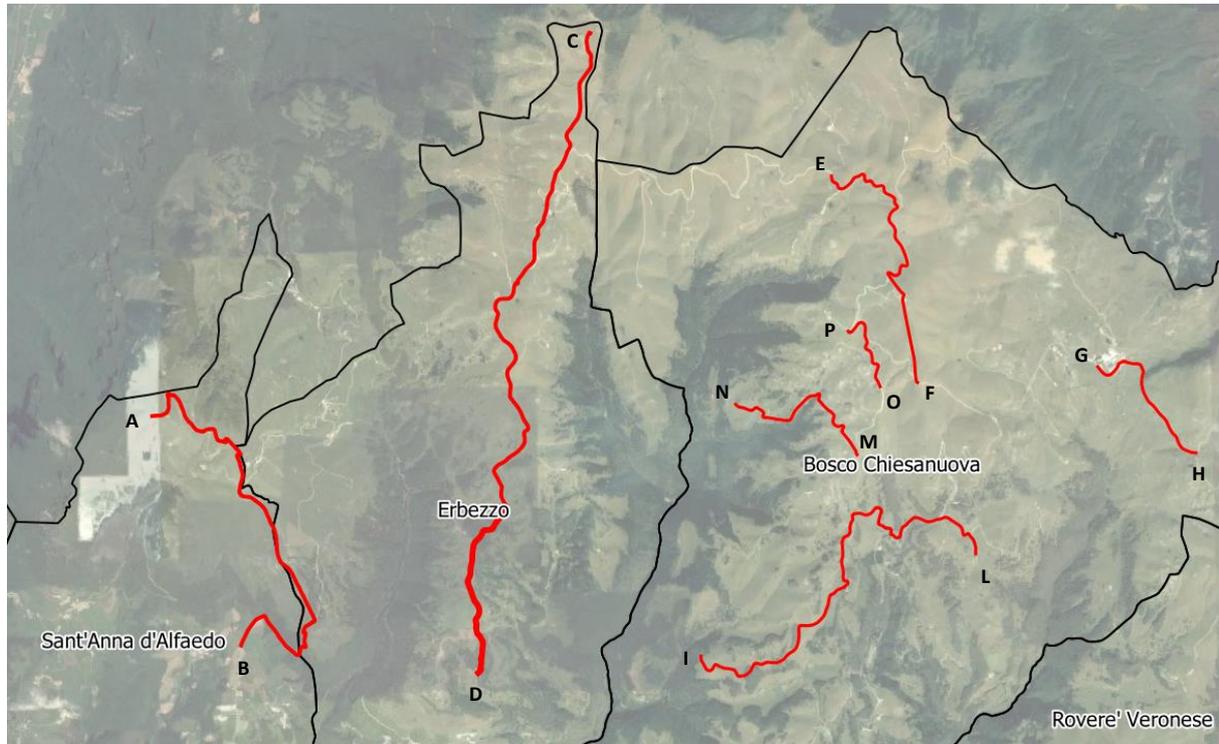


Figura 1: Inquadramento territoriale delle opere di progetto.

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

3. La rete acquedottistica esistente

Attualmente la rete acquedottistica di Sant'Anna, Erbezzo e Bosco Chiesanuova si estende perlopiù nella parte meridionale dei comuni in corrispondenza dei centri abitati presenti della zona, escludendo l'area delle malghe della Lessinia.

La rete acquedottistica esistente è costituita da condotte in acciaio con diametri variabili e i principali serbatoi della parte settentrionale sono:

- il serbatoio Michelazzi, sito nel comune di Sant'Anna, località Fosse;
- il serbatoio Jacopo nel comune di Erbezzo in località Sale;
- il serbatoio Fittanze nel comune di Erbezzo;
- il serbatoio Dosso Brancon nel comune di Bosco Chiesanuova;
- il serbatoio Tracchi, sito nel comune di Bosco Chiesanuova in località Tracchi.

Per quanto riguarda la zona di Sant'Anna d'Alfaedo e di Erbezzo, il fabbisogno idrico della contrada Vallene (centro abitato della parte settentrionale di Sant'Anna) e l'adduzione al serbatoio Jacopo (posto in località Sale, nella parte settentrionale di Erbezzo) sono effettuati mediante rilancio dal serbatoio Michelazzi, posto in località Fosse, nella parte occidentale del comune.

Relativamente alla parte settentrionale del comune di Bosco Chiesanuova, rilevante è la presenza del serbatoio Tracchi dal quale, attraverso la dorsale DN 100 mm in acciaio, mediante sollevamento che raggiunge i 288 metri di prevalenza, viene servito il serbatoio Dosso Brancon. Da questo, attraverso la rete di distribuzione a gravità è soddisfatto il fabbisogno idrico della località San Giorgio. Dal medesimo impianto Tracchi vengono inoltre alimentate a gravità anche le contrade Tracchi e Merli.

Si riportano di seguito alcune fotografie dei due impianti presenti nell'area di intervento e oggetto di ammodernamento.



Impianto Tracchi – Vista esterna e camera di manovra.



Impianto Dosso Brancon – Vista esterna e camera di manovra

Foto 1: Impianto Tracchi e impianto Dosso Brancon.

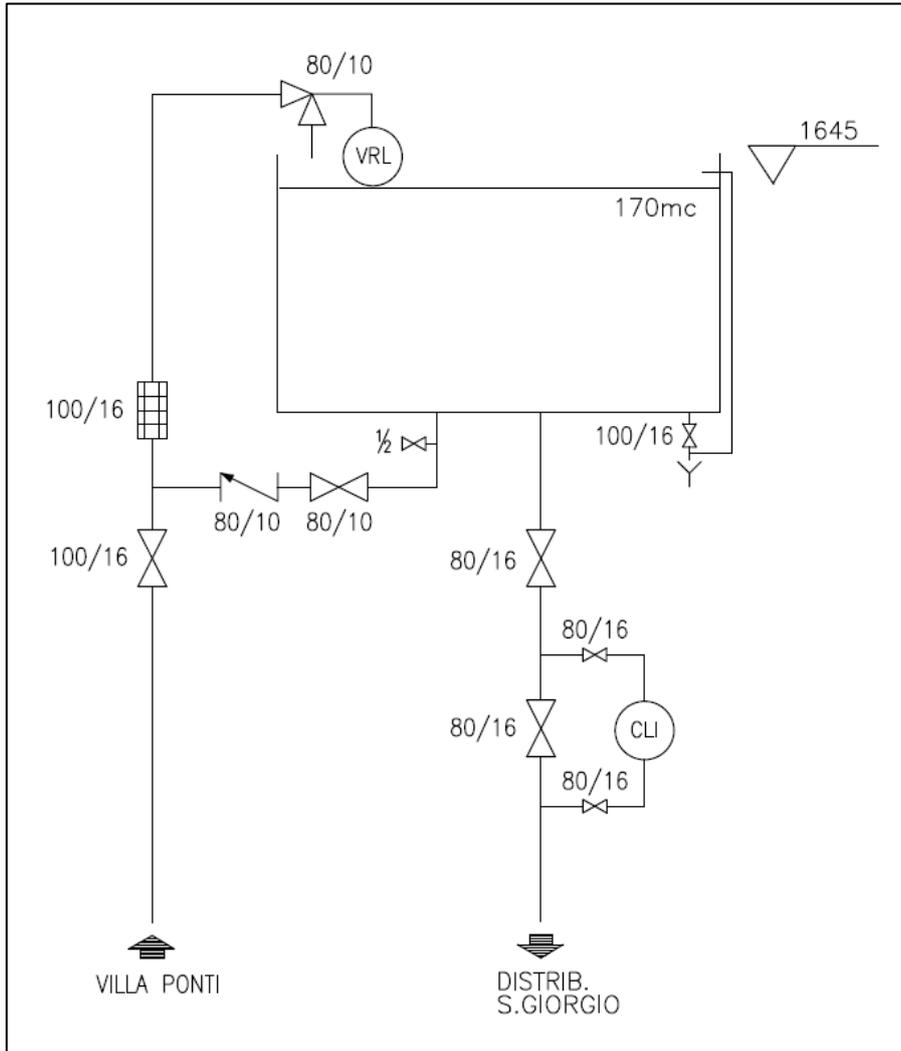


Figura 2: Schema di funzionamento serbatoio Dosso Brancon

 <p>ATO VERONESE Consiglio di Bacino Veronese</p>	<p>Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO</p>	
<p>Acque  Veronesi</p>	<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>Rev. 01 – Settembre 2021</p>

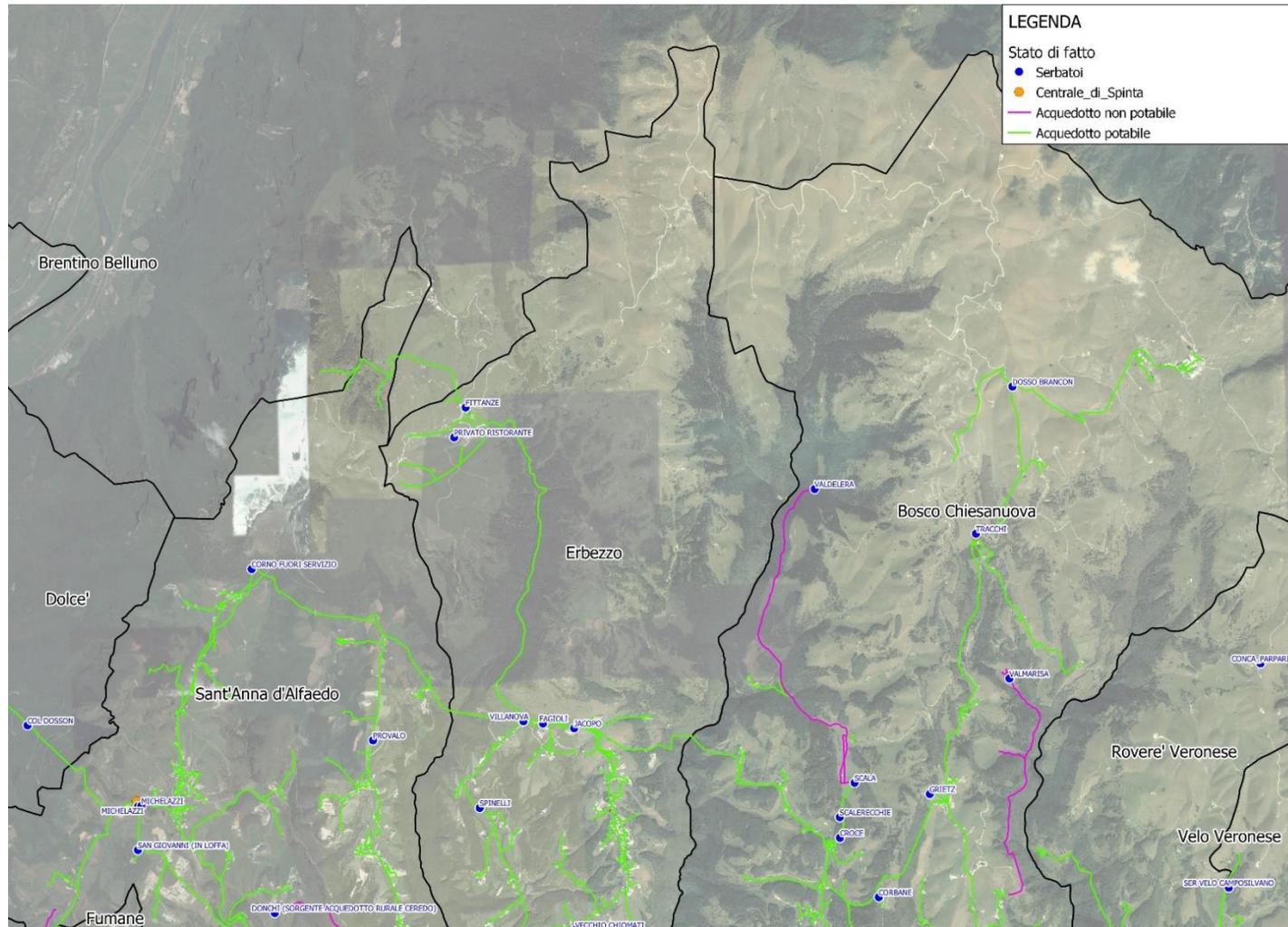


Figura 4: Rete acquedottistica esistente.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

4. Calcolo fabbisogno idrico

Al fine di individuare la portata necessaria all'approvvigionamento idrico delle malghe dei comuni di Sant'Anna, Erbezzo e Bosco Chiesanuova sono stati considerati:

- il numero complessivo delle malghe presenti nel territorio servibili dalle opere di progetto;
- la produttività di ogni malga, valutata in funzione del numero di paghe.

La paga è l'unità di misura con cui si quantifica la capacità di una malga di ospitare bestiame. Essa corrisponde alla superficie di pascolo necessaria ad alimentare nella stagione d'alpeggio un capo bovino adulto. Nella determinazione del numero complessivo di paghe le diverse specie di bestiame vengono considerate come paghe equivalenti, in particolare:

- il bovino corrisponde a una paga;
- i bovini con età compresa tra dieci e ventiquattro mesi corrispondono a 1/2 paga e quelli con meno di dieci mesi 1/4 di paga;
- le pecore e le capre adulte 1/5 o 1/6 di paga, a seconda della loro dimensione;
- gli equini adulti contano 1 paga, talvolta anche 2 essendo il loro pascolo di tipo vagante e perciò più deleterio per il cotico erboso.

La determinazione del numero di malghe servibili dai nuovi tracciati della rete acquedottistica è stato effettuato considerando tutte le malghe la cui collocazione planimetrica e altimetrica permettesse un futuro collegamento alla distribuzione di progetto. Le malghe non considerate nel calcolo del fabbisogno idrico ricadono nel comune di Bosco Chiesanuova, nell'area situata in prossimità dei tracciati della rete acquedottistica esistente. Per ogni malga è stato in seguito identificato il relativo numero di paghe equivalenti al fine della determinazione della portata necessaria alle stesse.

La domanda idrica di ciascuna malga è stata considerata pari al fabbisogno idrico totale delle paghe che è in grado di ospitare, determinato a partire da Tabella 1, dalla quale si è assunto un valore di 100 l/giorno per paga.

Tab. 2 - Fabbisogni idrici indicativi per le diverse categorie di bovini da latte (Grant, 1993 modificata).

CATEGORIA DI BOVINO	FABBISOGNO IDRICO (l/giorno per capo) ⁽⁵⁾
Vitella di 1 mese	5÷75
Vitella di 3 mesi	8÷11
Vitella di 6 mesi	14÷18
Manza di 15÷18 mesi	22÷27
Manza di 18÷24 mesi	27÷37
Vacca in lattazione ⁽¹⁾	55÷65
Vacca in lattazione ⁽²⁾	91÷102
Vacca in lattazione ⁽³⁾	144÷159
Vacca in lattazione ⁽⁴⁾	182÷197
Vacca in asciutta	34÷49

(1) produzione di 13,5 kg/giorno di latte; (2) produzione di 23 kg/giorno di latte; (3) produzione di 36 kg/giorno di latte; (4) produzione di 45 kg/giorno di latte; (5) consumo a temperatura ambientale compresa fra 10 e 27°C.

Tabella 1: Fabbisogni idrici giornalieri relativi alle diverse specie bovine.

Il calcolo della domanda idrica media giornaliera è stato effettuato tenendo conto di un coefficiente di punta al fine di tener conto anche del numero di abitanti per malga, mediante la seguente relazione:

$$Q_{med} = d * \rho_g * n$$

dove:

- d : dotazione idrica giornaliera;
- ρ_g : coefficiente giornaliero di punta pari a 1.5;
- n : numero di paghe.

Nella seguente tabella vengono riportati i dati di sintesi relativi alla determinazione della domanda idrica suddivisi per comune.

Comune	n° malghe	n° paghe	Q_{med} [l/s]
SANT'ANNA D'ALFAEDO	7	387	0,67
ERBEZZO	32	1698	2,95
BOSCO CHIESANUOVA	48	2672	4,64
TOTALE	87	4758	8,26

Tabella 2: Fabbisogno idrico medio giornaliero nell'ora di massimo consumo nell'area oggetto di progettazione

La portata totale richiesta dalle malghe servibili dalle opere di progetto è pari a 8.26 l/s che verranno garantiti mediante allaccio delle opere di progetto rispettivamente al serbatoio Michelazzi per il comune di Sant'Anna, Jacopo per il comune di Erbezzo e Dosso Brancon e Tracchi per il comune di Bosco Chiesanuova.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

5. Le opere di progetto

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica ha individuato l'alternativa progettuale che rappresenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività. Nel presente paragrafo vengono illustrate le principali caratteristiche delle opere oggetto del presente progetto definitivo.

5.1. Generalità

Come riportato in premessa, gli interventi progettuali sono volti all'estensione dell'approvvigionamento idrico ed elettrico alle malghe della Lessinia site nei comuni di Sant'Anna D'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova, mediante collegamento alle reti esistenti.

5.2. I tracciati

Tracciato AB (comuni di Sant'Anna D'Alfaedo ed Erbezzo): il progetto prevede la posa di una tubazione in acciaio DN 100 mm e di due cavidotti De 90 e 160 mm ad essa affiancati, per uno sviluppo complessivo pari a circa 5225 ml, a partire dal punto di collegamento alla rete idrica esistente DN 175 mm in località Vallene di Sant'Anna d'Alfaedo (Nodo B). Il percorso segue la strada asfaltata comunale per circa 1512 m sfruttando il carico idraulico garantito dal serbatoio Michelazzi. Raggiunta la quota di circa 1294 m slm, non distante dalla malga Volpina, è prevista la costruzione di un impianto di rilancio con pompe booster con prevalenza sufficiente a raggiunge il monte Cornetto. A partire dall'impianto di rilancio, denominato Volpina, il percorso prosegue quindi in direzione nord-ovest per circa 2120 m, fino a raggiungere il monte Cornetto (quota 1531 m slm circa). Qui è prevista la costruzione di un serbatoio di accumulo, denominato serbatoio Cornetto, avente la funzione di garantire il carico piezometrico alle sottostanti malghe da servire. Il tracciato prosegue quindi per circa 1590 m verso nord-ovest fino al nodo A, posto in prossimità del confine con il comune di Ala e la provincia di Trento.

Complessivamente, il tracciato AB si sviluppa in parte su strada comunale asfaltata, in parte su terreno naturale a prato, in parte su strada sterrata (di competenza di comunale che provinciale).

Si riporta di seguito una planimetria generale del tracciato di progetto AB su base ortofoto. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

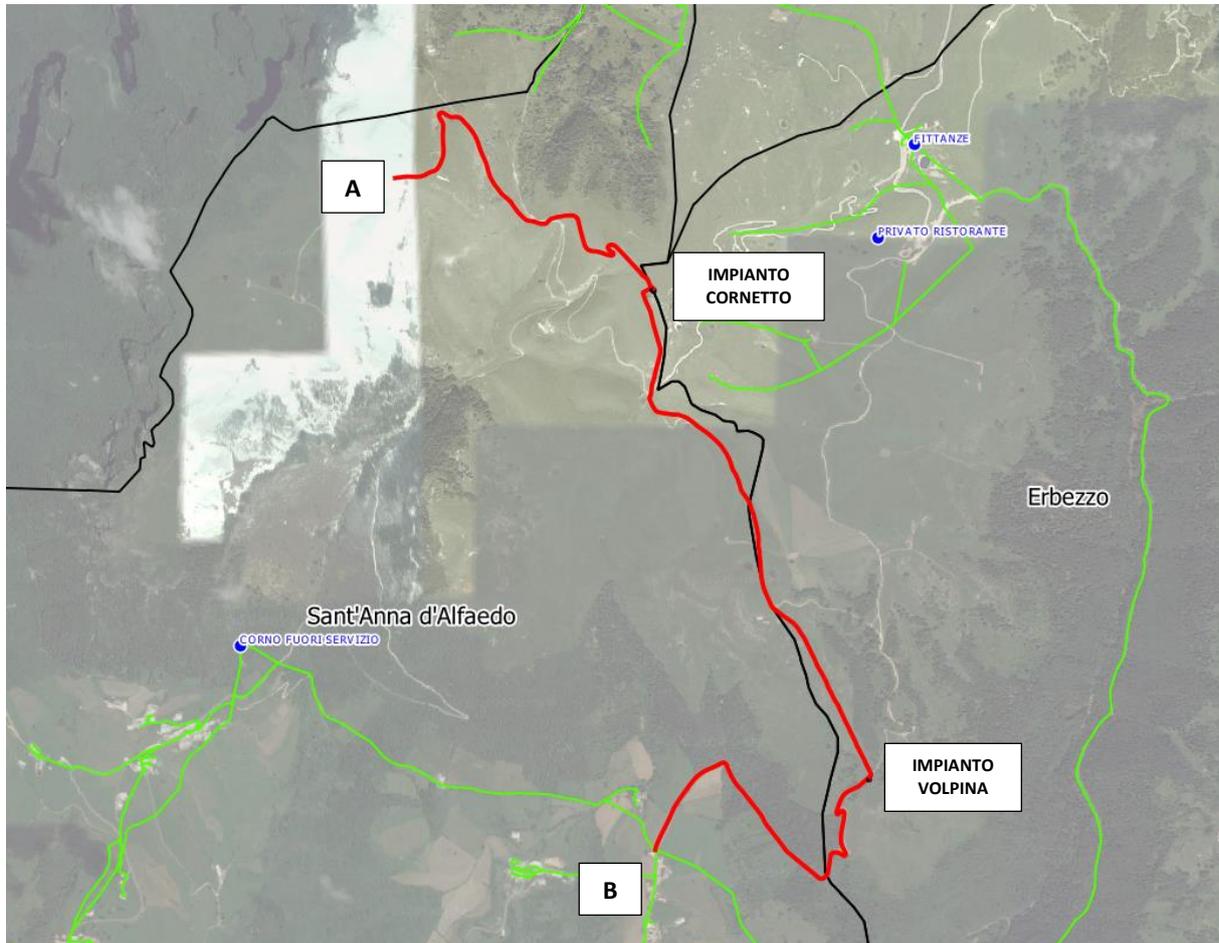


Figura 5: Planimetria generale del tracciato AB. In rosso il tracciato di progetto, in verde la rete esistente.

Tracciato CD (comune di Erbezzo): l'intervento prende avvio dai pendii erbosi ubicati in prossimità della contrada Vaio (nodo D), come prosecuzione del tracciato che dell'impianto Jacopo si sviluppa per 1244 m in direzione nord. In tale tratto è infatti prevista la posa di una tubazione in acciaio DN 150 mm, la cui realizzazione rientra nell'intervento di "allacciamento alla rete idrica di Malga Dardo e Contrada Vaio attraverso la realizzazione di una tubazione interrata e della stazione di pompaggio", commissionato nell'Agosto 2018 dal Consorzio per la valorizzazione delle malghe di Erbezzo.

Dal nodo D (quota 1275 m slm circa), il percorso della tubazione DN 150 mm in acciaio, e dei due cavidotti De 90 e 160 mm ad essa affiancati, si sviluppa prevalentemente su prato o su sentiero erboso, attraversa la strada comunale di Castelberto e raggiunge, dopo circa 2035 m di sviluppo, l'impianto di progetto denominato Derocchetto (quota 1440 m slm circa). Quest'ultimo è un serbatoio di accumulo dotato anche di pompe di rilancio aventi prevalenza sufficiente a servire l'impianto Lessinia, ubicato qualche chilometro più a nord.

A partire dal serbatoio Derocchetto, una tubazione DN 100 mm in acciaio prosegue verso nord per circa 2865 m, affiancata dai due cavidotti di cui sopra, fino a raggiungere, all'incirca all'altezza della malga Lessinia, l'omonimo impianto di progetto (quota 1600 m slm circa). Quest'ultimo, come il precedente, è costituito da

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

un serbatoio con rilancio. Le pompe hanno la funzione di caricare il sovrastante serbatoio denominato Castelberto. Il tracciato tra gli impianti Derocchetto e Lessinia si sviluppa dapprima su prato e sentiero erboso, poi su strada comunale asfaltata e infine, a nord del bivio del Pidocchio, su strada provinciale non asfaltata. Dall'impianto Lessinia si sviluppa l'ultimo tratto del percorso, in cui la condotta in acciaio DN 100 e i due cavidotti sono posati quasi interamente su strada provinciale non asfaltata fino a raggiungere la sommità del monte Castelberto (quota 1750 m slm circa). Quest'ultimo tratto ha una lunghezza di circa 2920 m, al termine dei quali è prevista la realizzazione di un serbatoio di accumulo avente la funzione di garantire il carico piezometrico alle sottostanti malghe da servire.

Si riporta di seguito una planimetria generale del tracciato di progetto CD su base ortofoto. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

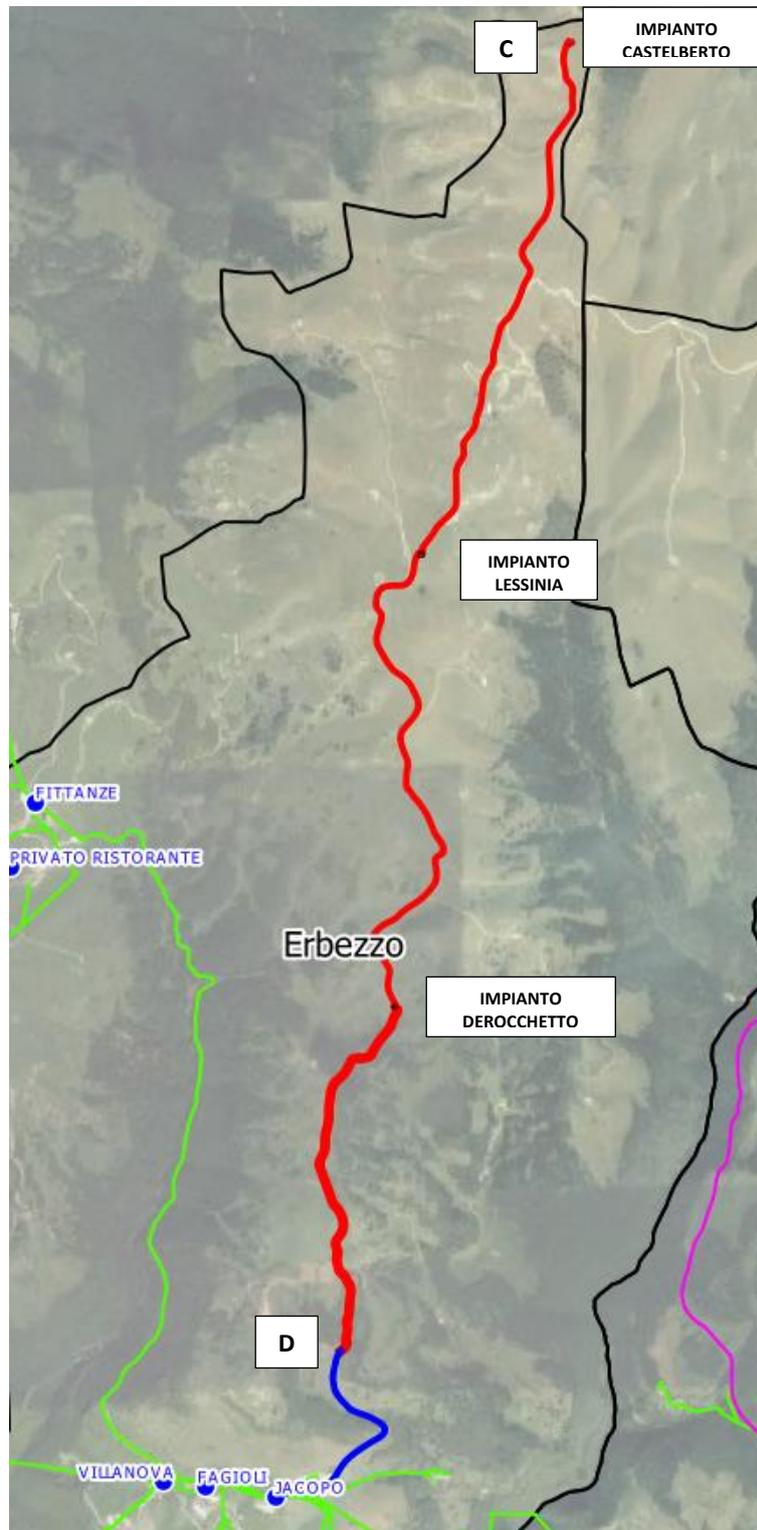


Figura 6: Planimetria generale del tracciato CD. In rosso il tracciato di progetto, in blu il tracciato oggetto di altra progettazione (serb. Jacopo – nodo D), in verde la rete esistente.

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

Tracciati EF, GH, IL, MN, OP (comune di Bosco Chiesanuova): gli interventi all'interno del comune di Bosco Chiesanuova presentano delle diramazioni a partire dalla rete idrica esistente. In particolare il progetto prevede la posa di tubazioni in acciaio DN 80 mm, e di cavidotti De 90 e 160 mm in affiancamento alle stesse, per un estensione complessiva di circa 13,3 km. Al fine di estendere il servizio il progetto prevede anche interventi di adeguamento e potenziamento degli impianti e serbatoi esistenti, in particolare del serbatoio Dosso Brancon, di capacità pari a 170 mc e posto all'incirca a quota 1640 m slm, e dell'impianto Tracchi, posto all'incirca a quota 1380 m slm.

Per quanto riguarda i tracciati di progetto, si riporta di seguito una breve descrizione per ciascuno di essi:

- Tracciato EF: si sviluppa in direzione nord-sud a partire dall'impianto esistente Dosso Brancon (nodo F - quota 1640 m slm), oggetto di potenziamento, per una estensione di circa 3347 m; in un primo tratto raggiunge la sommità del monte Tomba (quota 1766 m slm), dove è prevista la realizzazione una vasca di disconnessione idraulica; successivamente il percorso prosegue discendendo il monte Tomba e giungendo al nodo E in prossimità delle malghe Gasparine Davanti e Podestaria;
- Tracciato GH: ubicato in località malga San Giorgio, si origina dalla rete DN 100 in acciaio esistente (nodo G) e si sviluppa per circa 1755 m in direzione sud-est fino al nodo H;
- Tracciato IL: il tracciato si estende per circa 5175 m in direzione ovest-est, collegandosi alla premente DN 100 mm in acciaio in uscita dall'impianto Tracchi e diretta all'impianto Dosso Brancon; il punto di interconnessione è ubicato poco ad est dell'impianto Tracchi;
- Tracciati MN e OP: i due tracciati si staccano dalla linea DN 80 mm esistente proveniente dall'impianto Dosso Brancon, e si sviluppano per circa 2000 e 1000 m rispettivamente, andando a servire alcune delle malghe poste nella parte occidentale del territorio comunale.

Si riportano di seguito alcune planimetrie generali dei tracciati di progetto sopra descritti su base ortofoto.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

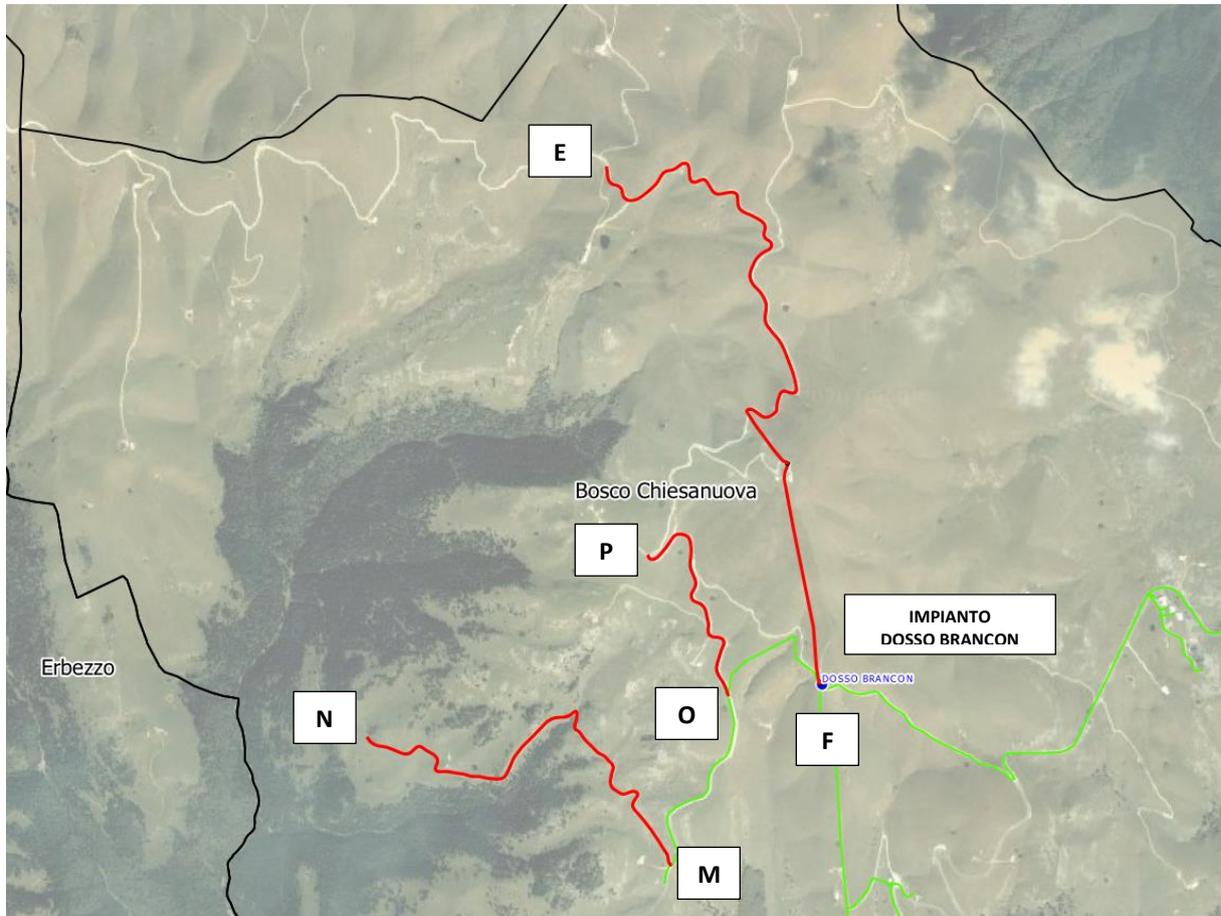


Figura 7: Planimetria generale dei tracciati EF, MN e OP. In rosso i tracciati di progetto, in verde la rete esistente.

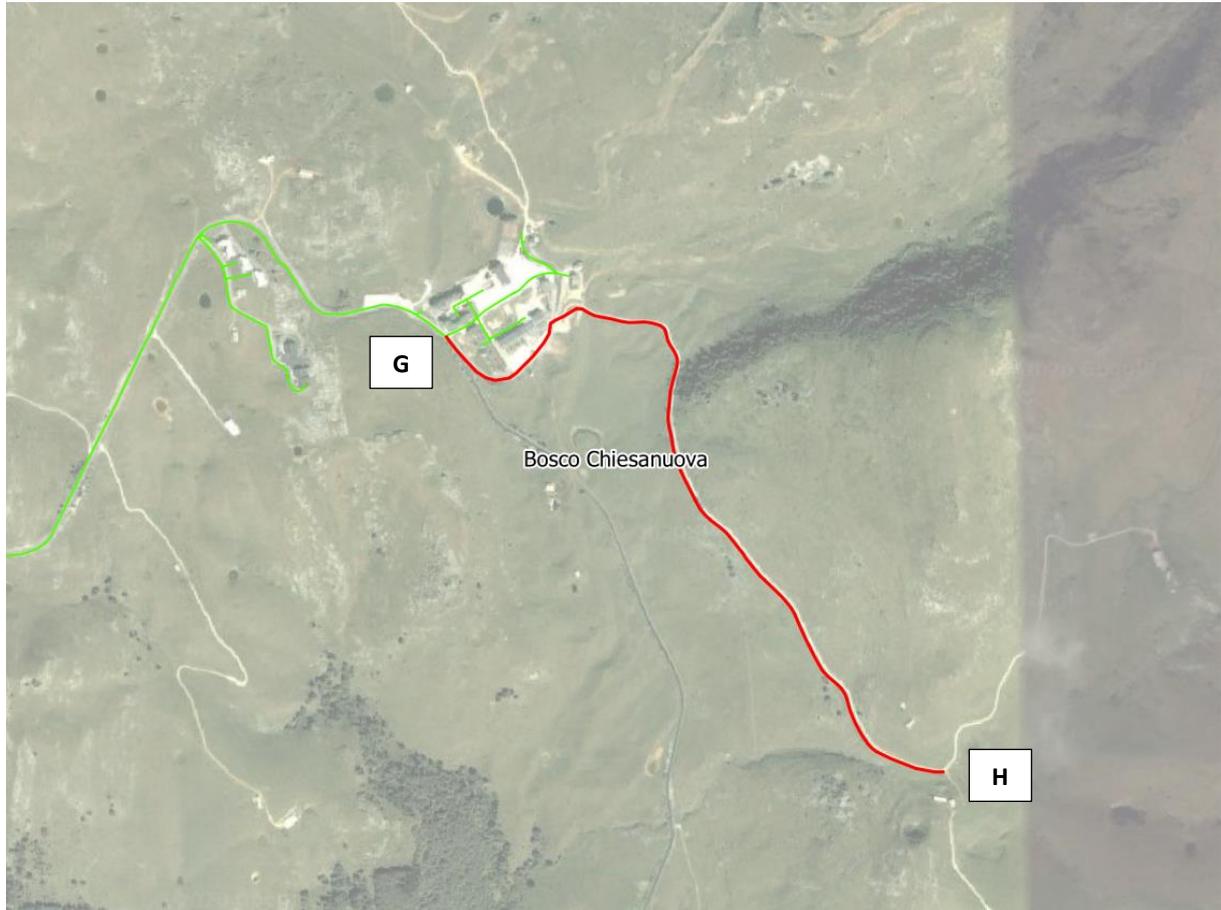


Figura 8: Planimetria generale del tracciato GH. In rosso il tracciato di progetto, in verde la rete esistente.



Figura 9: Planimetria generale del tracciato IL. In rosso il tracciato di progetto, in verde la rete esistente.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

5.3. I serbatoi e gli impianti di sollevamento di nuova realizzazione

All'interno del presente progetto sono stati inseriti una serie di manufatti idraulici di nuova realizzazione, aventi la funzione di rilancio, accumulo e riserva idrica in caso di rotture e disservizi. In particolare gli interventi di estensione della rete idrica prevedono:

- un impianto di rilancio, ubicato in prossimità del confine tra i comuni di Sant'Anna D'Alfaedo ed Erbezzo, equipaggiato con pompe booster, denominato Volpina e posto all'incirca a quota 1294 m slm;
- due serbatoi di accumulo: il primo sul monte Cornetto (in prossimità del confine tra i comuni di Sant'Anna D'Alfaedo ed Erbezzo), all'incirca a quota 1530 m slm, ed il secondo sul monte Castelberto (in comune di Erbezzo), all'incirca a quota 1750 m slm, entrambi della capacità di circa 98 mc;
- due serbatoi di accumulo e rilancio, lungo la linea D-C: il primo, denominato Derocchetto e previsto all'incirca a quota 1440 m slm, e il secondo, denominato Lessinia e previsto all'incirca a quota 1600 m slm, entrambi con una capacità di accumulo di circa 103 mc ed equipaggiati con pompe di rilancio.

Il dimensionamento idraulico degli impianti di sollevamento è stato eseguito a partire dalle portate di progetto che interessano la rete e che sono state desunte dalla modellazione idraulica della stessa, oltre che sulla base delle caratteristiche geometriche dei tracciati e dei materiali scelti per le tubazioni.

	Rilancio Volpina	Rilancio Derocchetto	Rilancio Lessinia
Portata [l/s]	3.00	4.00	3.00
Prevalenza Geodetica [m]	241.00	167.59	155.42
Perdite di carico [m]	6.75	16.16	9.24
Prevalenza Totale [m]	247.75	183.75	164.66

Tabella 3: Nuovi sollevamenti di progetto. Vengono riportate le portate e le prevalenze totali.

I volumi di progetto dei serbatoi di nuova realizzazione sono stati dimensionati al fine di garantire, in caso di interruzione dei sistemi di sollevamento, e con un considerevole margine di sicurezza, l'erogazione del fabbisogno idrico per una durata di 12 ore. Si riportano nella tabella seguente le caratteristiche principali dei serbatoi di progetto.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

	Quota max [m slm]	Qmedia con punta oraria [l/s]	Volume utile di progetto [mc]
Serbatoio e rilancio Derocchetto	1437.36	2.36	103
Serbatoio e rilancio Lessinia	1600.30	1.96	103
Serbatoio Castelberto	1751.07	0.28	58
Serbatoio Cornetto	1533.80	1.26	98

Tabella 4: Serbatoi di progetto. Viene riportato il massimo livello idrico nel serbatoio, la portata media da erogare al bacino di pertinenza e il volume utile di accumulo.

Si riporta di seguito una sintetica descrizione degli impianti di progetto, rimandando, per maggiori dettagli, agli elaborati grafici allegati.

Impianto di rilancio Volpina: è costituito da un manufatto composto da un unico locale, di forma planimetrica rettangolare, dimensioni in pianta 6,5 x 4,0 m e altezza netta interna 2,70 m, in calcestruzzo armato gettato in opera. Il manufatto sarà ubicato lungo la strada comunale che dalla località Vallene di Sant'Anna d'Alfaedo porta al passo Fittanze, in comune di Erbezzo. L'opera sarà costruita interamente fuori terra, e incassata in un pendio caratterizzato da copertura erbosa e roccia affiorante, che degrada da SE verso NO. L'impianto sarà equipaggiato con due pompe di rilancio ad asse orizzontale, una delle quali avente funzione di riserva. All'interno del manufatto saranno realizzati tutti i collegamenti idraulici ed elettrici necessari al suo funzionamento, saranno installati i quadri elettrici di potenza, comando e telecontrollo, nonché gli strumenti di misura della portata e della pressione. L'impianto sarà infine dotato di una tubazione di scarico con recapito in un pozzetto disperdente ubicato nell'antistante piazzale di manovra. L'accesso all'impianto potrà avvenire agevolmente dall'esistente viabilità pubblica.

Serbatoio Cornetto: consiste in un manufatto composto da una vasca di accumulo, avente capacità pari a circa 98 mc, e un locale tecnico, quest'ultimo strutturato su due livelli. Il manufatto, realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera, avrà forma planimetrica rettangolare, dimensioni in pianta 10,80 x 7,30 m, è sarà ubicato in prossimità della sommità del monte Cornetto. L'opera, di altezza netta interna pari a 5,35 m, sarà parzialmente interrata entro il pendio posto a nord-est dell'esistente ripetitore televisivo. All'interno saranno realizzati tutti i collegamenti idraulici necessari all'alimentazione della vasca di accumulo e all'erogazione di portata a gravità da quest'ultima, oltre che gli scarichi di fondo e di superficie della vasca. Saranno installati valvole e strumenti di misura della portata e della pressione. L'impianto sarà equipaggiato con quadri elettrici di potenza e controllo. La vasca e il locale tecnico saranno separati da una parete in c.a.. Una porta stagna realizzerà la comunicazione tra i due vani al fine di permettere l'ispezionabilità della vasca. L'accesso all'impianto potrà avvenire dall'esistente viabilità pubblica, grazie alla realizzazione di una pista in stabilizzato che condurrà al manufatto.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

Serbatoio Derocchetto: consiste in un manufatto composto da una vasca di accumulo, avente capacità pari a circa 103 mc, e un locale tecnico. All'interno di quest'ultimo saranno installate le pompe di rilancio, una delle quali avente funzione di riserva. Il manufatto, realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera, avrà forma planimetrica rettangolare, dimensioni in pianta 12,80 x 8,80 m, è sarà ubicato lungo la strada comunale Castelberto. L'opera, di altezza netta interna pari a 5,65 m, sarà incassata nel pendio posto ad est della viabilità. All'interno saranno realizzati tutti i collegamenti idraulici necessari all'alimentazione della vasca di accumulo e all'alimentazione delle pompe, oltre che gli scarichi di fondo e di superficie della vasca. Saranno installati valvole e strumenti di misura della portata e della pressione. L'impianto sarà equipaggiato con quadri elettrici di potenza, comando e controllo. La vasca e il locale tecnico saranno separati da una parete in c.a.. Una scala metallica realizzerà la comunicazione tra i due vani al fine di permettere l'ispezionabilità della vasca. L'accesso all'impianto potrà avvenire dall'esistente viabilità pubblica.

Serbatoio Lessinia: consiste in un manufatto composto da una vasca di accumulo, avente capacità pari a circa 103 mc, e un locale tecnico. All'interno di quest'ultimo saranno installate le pompe di rilancio, una delle quali avente funzione di riserva. Il manufatto, realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera, avrà forma planimetrica rettangolare, dimensioni in pianta 12,80 x 8,80 m, è sarà ubicato lungo la strada provinciale 14 dell'alta Valpantena. L'opera, di altezza netta interna pari a 5,65 m, sarà parzialmente interrata e incassata nel pendio posto ad est della viabilità. All'interno saranno realizzati tutti i collegamenti idraulici necessari all'alimentazione della vasca di accumulo e all'alimentazione delle pompe, oltre che gli scarichi di fondo e di superficie della vasca. Saranno installati valvole e strumenti di misura della portata e della pressione. L'impianto sarà equipaggiato con quadri elettrici di potenza, comando e controllo. La vasca e il locale tecnico saranno separati da una parete in c.a.. Una scala metallica realizzerà la comunicazione tra i due vani al fine di permettere l'ispezionabilità della vasca. L'accesso all'impianto potrà avvenire dall'esistente viabilità pubblica.

Serbatoio Castelberto: consiste in un manufatto composto da una vasca di accumulo, avente capacità pari a circa 58 mc, e un locale tecnico, quest'ultimo strutturato su due livelli. Il manufatto, realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera, avrà forma planimetrica rettangolare, dimensioni in pianta 10,80 x 7,30 m, è sarà ubicato in prossimità della sommità del monte Castelberto, lungo la strada provinciale 14 dell'alta Valpantena. L'opera, di altezza netta interna pari a 5,35 m, sarà parzialmente interrata entro il pendio che porta alla sommità del rilievo. All'interno saranno realizzati tutti i collegamenti idraulici necessari all'alimentazione della vasca di accumulo e all'erogazione di portata a gravità da quest'ultima, oltre che gli scarichi di fondo e di superficie della vasca. Saranno installati valvole e strumenti di misura della portata e della pressione. L'impianto sarà equipaggiato con quadri elettrici di potenza e controllo. La vasca e il locale tecnico saranno separati da una parete in c.a.. Una porta stagna realizzerà la comunicazione tra i due vani al fine di permettere l'ispezionabilità della vasca. L'accesso all'impianto potrà avvenire dall'esistente viabilità pubblica.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

5.1. Gli interventi di adeguamento degli impianti esistenti

Ai manufatti di nuova costruzione si aggiungono le opere di adeguamento del serbatoio Dosso Brancon, posto a sud del monte Tomba a quota 1640 m slm circa, e dell'impianto denominato Tracchi, entrambi ricadenti all'interno delle competenze amministrative del comune di Bosco Chiesanuova.

In particolare, le opere di adeguamento del serbatoio Dosso Brancon prevedono la demolizione di alcune murature interne che costituiscono una vasca dismessa, l'adeguamento dell'accesso all'impianto, la riorganizzazione del piping interno e l'installazione di due pompe di rilancio ad asse orizzontale (di cui una di riserva). Tali pompe permetteranno l'alimentazione, a partire dall'esistente serbatoio, della linea EF che dall'impianto Dosso Brancon si sviluppa verso il monte Tomba e prosegue quindi verso nord.

Si riportano di seguito i principali dati di dimensionamento del nuovo sollevamento previsto presso il serbatoio Dosso Brancon.

	Nuovo sollevamento presso il serbatoio Dosso Brancon
Portata [l/s]	1.92
Prevalenza Geodetica [m]	132.58
Perdite di carico [m]	14.13
Prevalenza Totale [m]	146.71

Tabella 5: Nuovi sollevamento presso il serbatoio Dosso Brancon. Portata e prevalenza totali.

6. Verifica e dimensionamenti idraulici delle opere

Il dimensionamento dei sollevamenti è stato effettuato in funzione del fabbisogno idrico e delle curve di funzionamento delle pompe presenti in commercio.

La prevalenza di ciascuna pompa è stata calcolata come somma del dislivello geodetico e delle perdite di carico continue lungo la linea, calcolate mediante la seguente formula di Gauckler Strickler:

$$\Delta h_{cont} = \left(\frac{Q}{A * R_H^{2/3} * k_s} \right)^2 * L$$

dove:

- A: area della condotta;
- L: lunghezza della condotta;
- k_s : coefficiente di scabrezza di Gauckler Strickler.

A queste ultime si sono sommate le perdite di carico concentrate, determinate secondo la seguente formulazione:

 Consiglio di Bacino Veronese	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

$$\Delta h_{conc} = k \frac{v^2}{2g},$$

dove k è il coefficiente di perdita di carico localizzata, che assume i valori di seguito tabellati:

k valvole	0,3
k imbocco	0,5
k sbocco	1
k curve 90°	1
k curve < 90°	0,2

Per ciascun sollevamento è stata inoltre calcolata la potenza richiesta considerando un rendimento della pompa pari al 70 %, le ore di funzionamento giornaliero e l'energia e il costo annuo.

Si riporta di seguito la tabella di calcolo dei sollevamenti di progetto.

	Pompa 2 - Sollevamento Derocchetto	Pompa 3 - Sollevamento Lessinia	Pompa 4 - Sollevamento Volpina	Pompa 5 - Sollevamento Dosso Brancon
L_p [m]	2885	2935	2128,00	3350
L [m]	2889,86	2939,11	2141,60	3360,04
Q [l/s]	4,00	3,00	3,00	1,92
v [m/s]	0,51	0,38	0,38	0,38
d [m]	0,1	0,1	0,1	0,08
k_s [$m^{1/3}/s$]	80	80	80	80,00
Δh_g [m]	167,59	155,42	241,00	132,58
A [mq]	0,00785	0,00785	0,00785	0,00502
R_H [m]	0,025	0,025	0,025	0,020
Δh_c [m]	16,04	9,18	6,69	14,06
imbocco	1,00	1,00	1,00	1,00
sbocco	1,00	1,00	1,00	1,00
curva a 90°	4,00	4,00	4,00	4,00
curva < 90°	10,00	10,00	10,00	10,00
valvola di non ritorno	1,00	1,00	1,00	1,00
saracinesca	2,00	2,00	2,00	2,00
giunto	2,00	2,00	2,00	2,00
Δh_l [m]	0,12	0,07	0,07	0,07
Δh_{TOT} [m]	16,16	9,24	6,75	14,13
H_p [m]	183,75	164,66	247,75	146,71
	Pompa 2 - Sollevamento Derocchetto	Pompa 3 - Sollevamento Lessinia	Pompa 4 - Sollevamento Volpina	Pompa 5 - Sollevamento Dosso Brancon
Portata [l/s]	4,00	3,00	3,00	1,92
Prevalenza Geodetica [m]	167,59	155,42	241,00	132,58
Perdite di carico [m]	16,16	9,24	6,75	14,13
Prevalenza Totale [m]	183,75	164,66	247,75	146,71
P [kW]	10,30	6,92	10,42	3,94
$Q_{med D}$ [l/s]	1,96	0,28	1,26	1,92
T_{ATTIV} [h/g]	11,75	2,21	10,10	24,00
E_{annua} [kWh]	44162,33	5588,20	38410,51	34506,48
€/kWh	0,15	0,15	0,15	0,15
Costo Annuo [€]	6624,3	838,2	5761,6	5176,0

Tabella 6: Principali caratteristiche dei sollevamenti di progetto.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

7. Modellazione idraulica della rete

Per analizzare il funzionamento delle opere previste dal progetto nella rete si è ricorsi alla modellazione numerica del sistema acquedottistico utilizzando il software EPANET.

In particolare si è implementata l'alternativa progettuale preferibile, il cui funzionamento è stato valutato attraverso 1 ora di analisi durante la quale la portata emunta dalla rete di distribuzione è stata considerata costante.

7.1. Caratteristiche della rete

La rete è stata schematizzata attraverso una serie di tronchi e nodi. Ai tronchi, modellazione delle condotte, sono state assegnate le caratteristiche fisiche e geometriche delle stesse, mentre nei nodi, collocati alle estremità delle condotte, nelle intersezioni, nei cambi di pendenza e in presenza di variazioni delle caratteristiche delle condotte, sono state associate le quote del terreno, la domanda (erogazioni) e l'andamento giornaliero dei consumi (pattern).

Dai dati relativi alle malghe presenti nel territorio è stato effettuato il calcolo del fabbisogno idrico medio giornaliero nel giorno di massimo consumo relativo a ciascuna malga.

La domanda idrica delle singole malghe è stata associata ai nodi delle rete, individuando i possibili tracciati degli allacciamenti della stessa alla distribuzione.

Per il tracciamento altimetrico e planimetrico della rete si è fatto riferimento ai rilievi effettuati nelle aree oggetto di intervento.

Nella simulazione del comportamento della rete in base ai materiali costituenti le tubazioni, si è associato un valore del coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

- $n = 0.0125$, corrispondente ad un valore di Gauckler Strickler di $80 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$ per le condotte di progetto in acciaio rivestito in malta cementizia;
- $n = 0.0125$, corrispondente ad un valore di Gauckler Strickler di $80 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$ per le condotte esistenti in acciaio.

Oltre a tale dato, a ciascuna condotta sono stati attribuiti il diametro (in mm), la lunghezza (in m) e un codice identificativo che permette il suo riconoscimento univoco. Per quanto riguarda il valore del diametro adottato nelle simulazioni, per le tubazioni si è adottato il diametro interno.

Il calcolo delle perdite di carico è stato effettuato mediante la relazione di Chezy-Manning, nella quale il coefficiente di resistenza (A) utilizzato per il calcolo delle perdite di carico è dato da:

$$A = 4.66 * n^2 * d^{-5.33} * L$$

dove:

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

- n: coefficiente di scabrezza di Manning;
- d: diametro della condotta;
- L: lunghezza della condotta.

A completamento della rete sono stati inseriti i serbatoi di accumulo e i sollevamenti di progetto.

7.2. Il criterio di dimensionamento

La simulazione è stata eseguita considerando i fabbisogni idrici stimati nei paragrafi precedenti.

Nella soluzione progettuale la distribuzione alle utenze presenti nella rete, nei casi in cui nel tracciato sia previsto il pompaggio ai serbatoi, può avvenire sia durante la fase di pompaggio ai serbatoi che per gravità dagli stessi.

Nella modellazione della rete nei suddetti casi si è considerata la fase di pompaggio.

7.3. La simulazione eseguita

Dalle simulazioni eseguite con l'implementazione della soluzione di progetto la rete di progetto risulta essere verificata rispetto all'andamento della domanda idrica. Nel seguito vengono riportati i principali parametri emersi dalle simulazione eseguite nella rete di progetto.

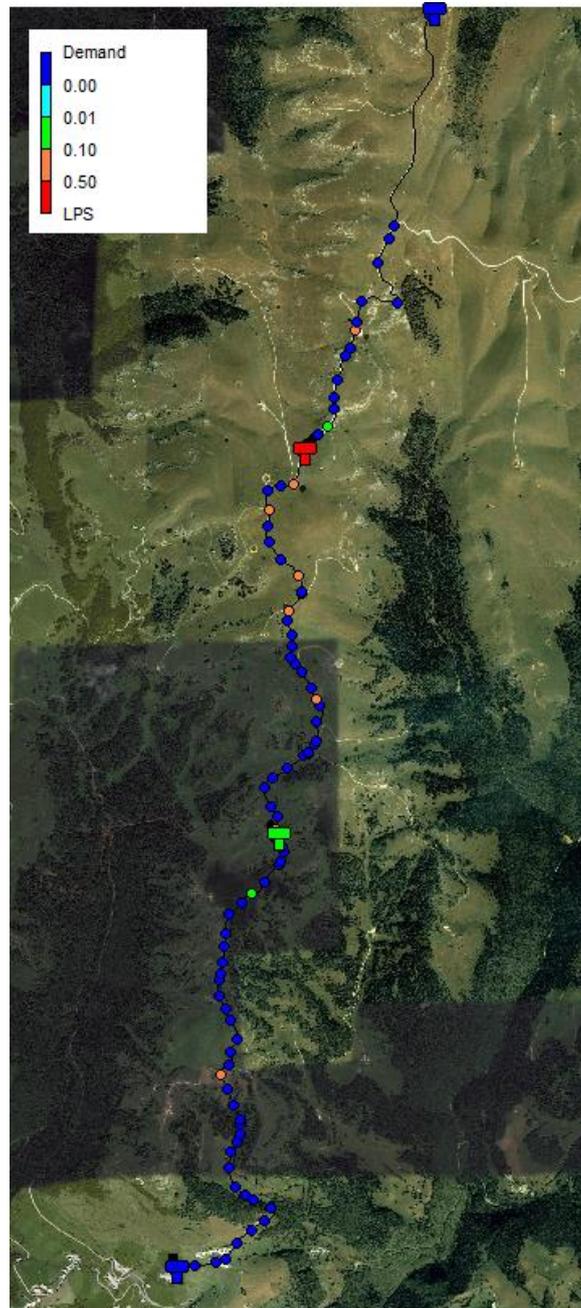


Figura 10: Mappa della domanda idrica ai nodi nel tratto DC nel comune di Erbezzo

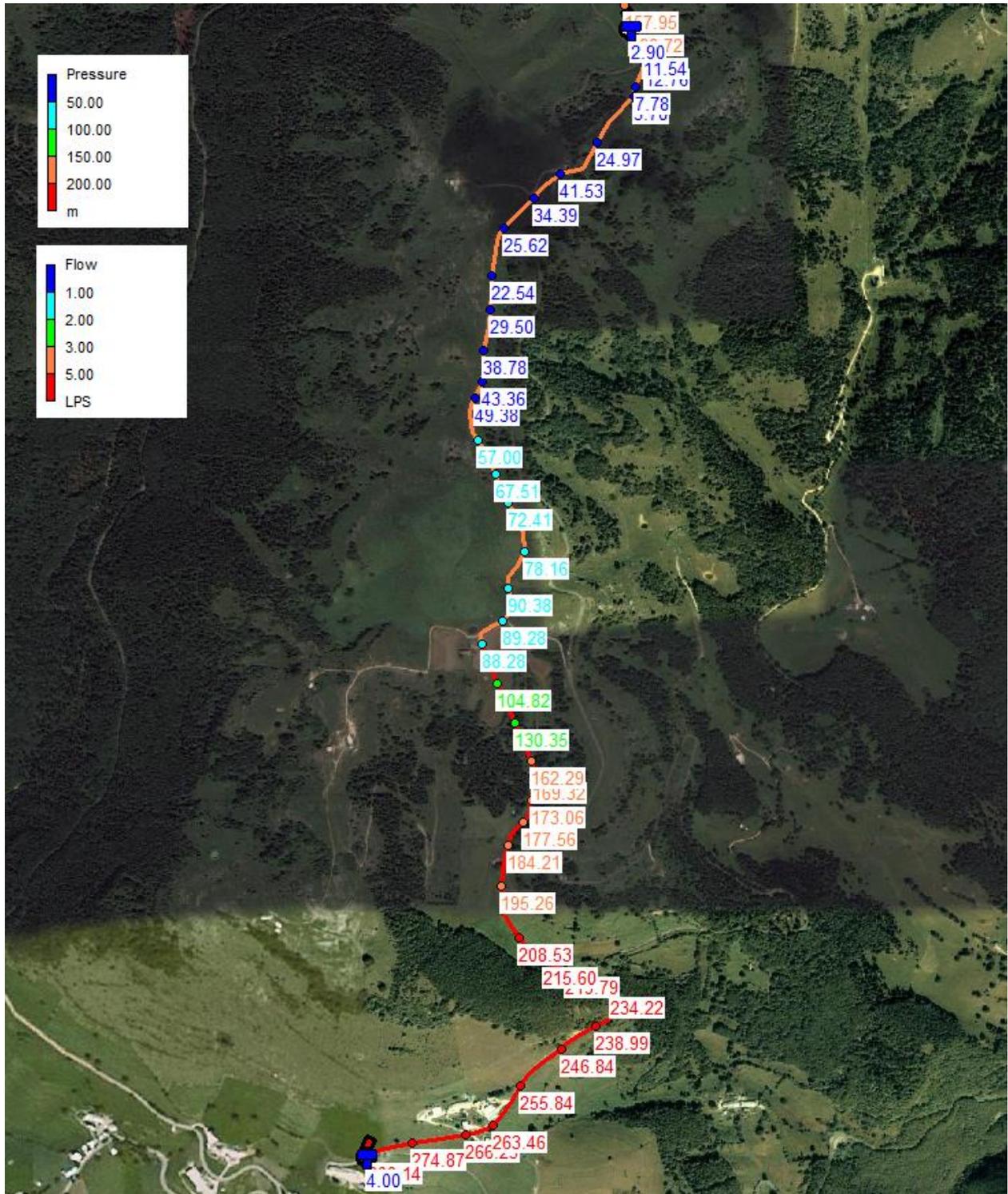


Figura 11: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto DC dal serbatoio Jacopo al serbatoio Derocchetto – comune di Erbezzo.

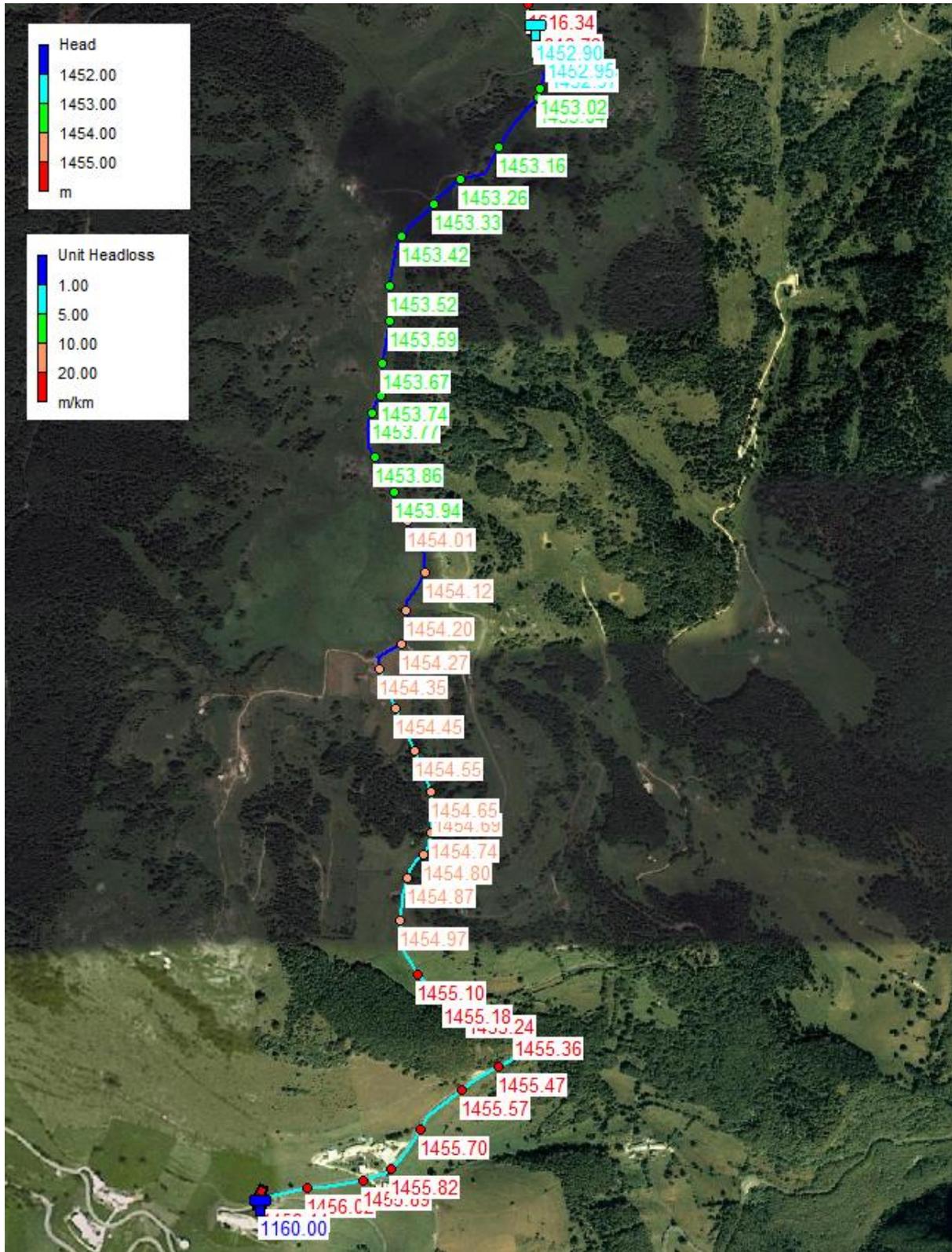


Figura 12: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto DC dal serbatoio Jacopo al serbatoio Derocchetto – comune di Erbezzo.

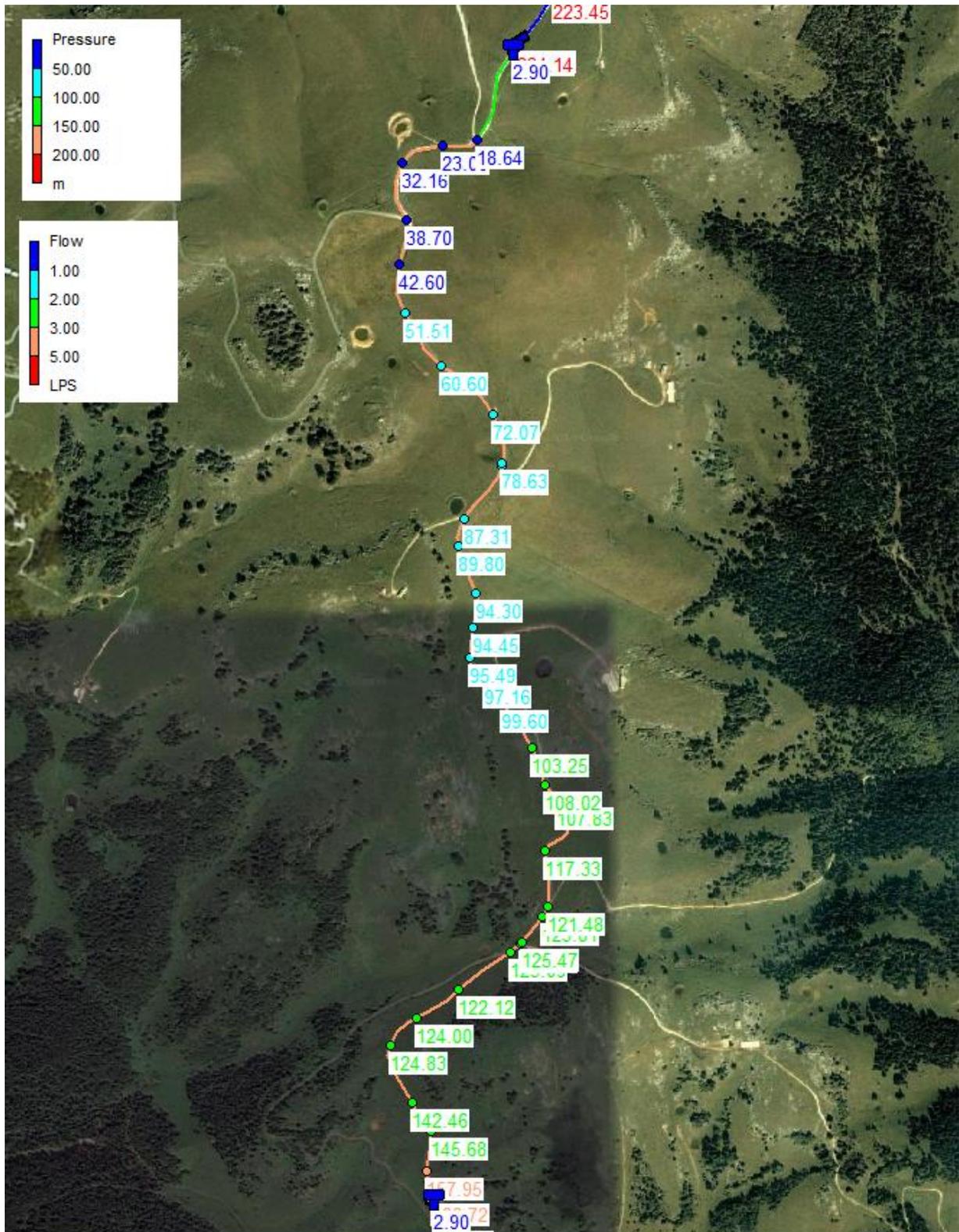


Figura 13: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto DC dal serbatoio Derocchetto al serbatoio Lessinia – comune di Erbezzo.

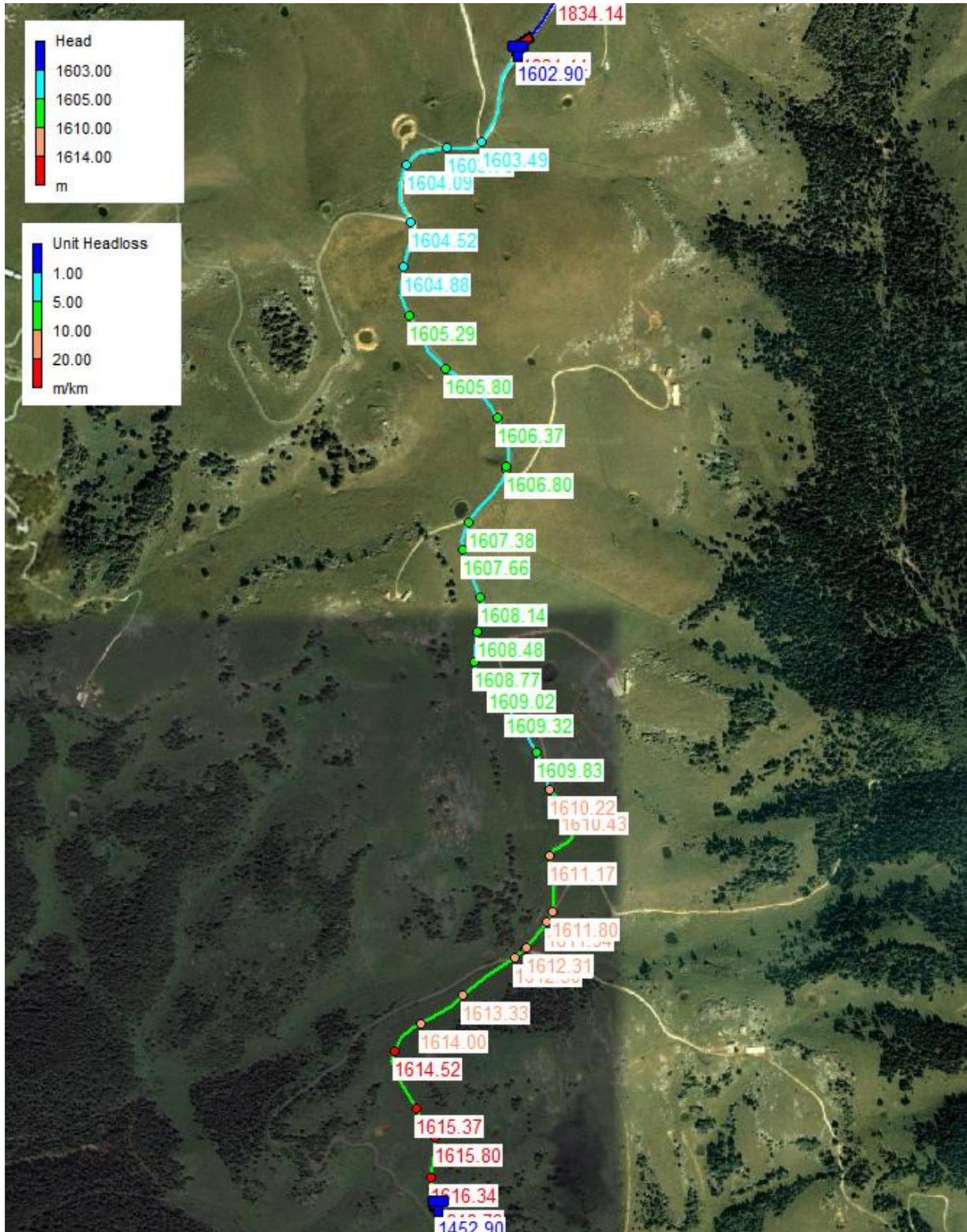


Figura 14: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto DC dal serbatoio Derocchetto al serbatoio Lessinia – comune di Erbezzo.

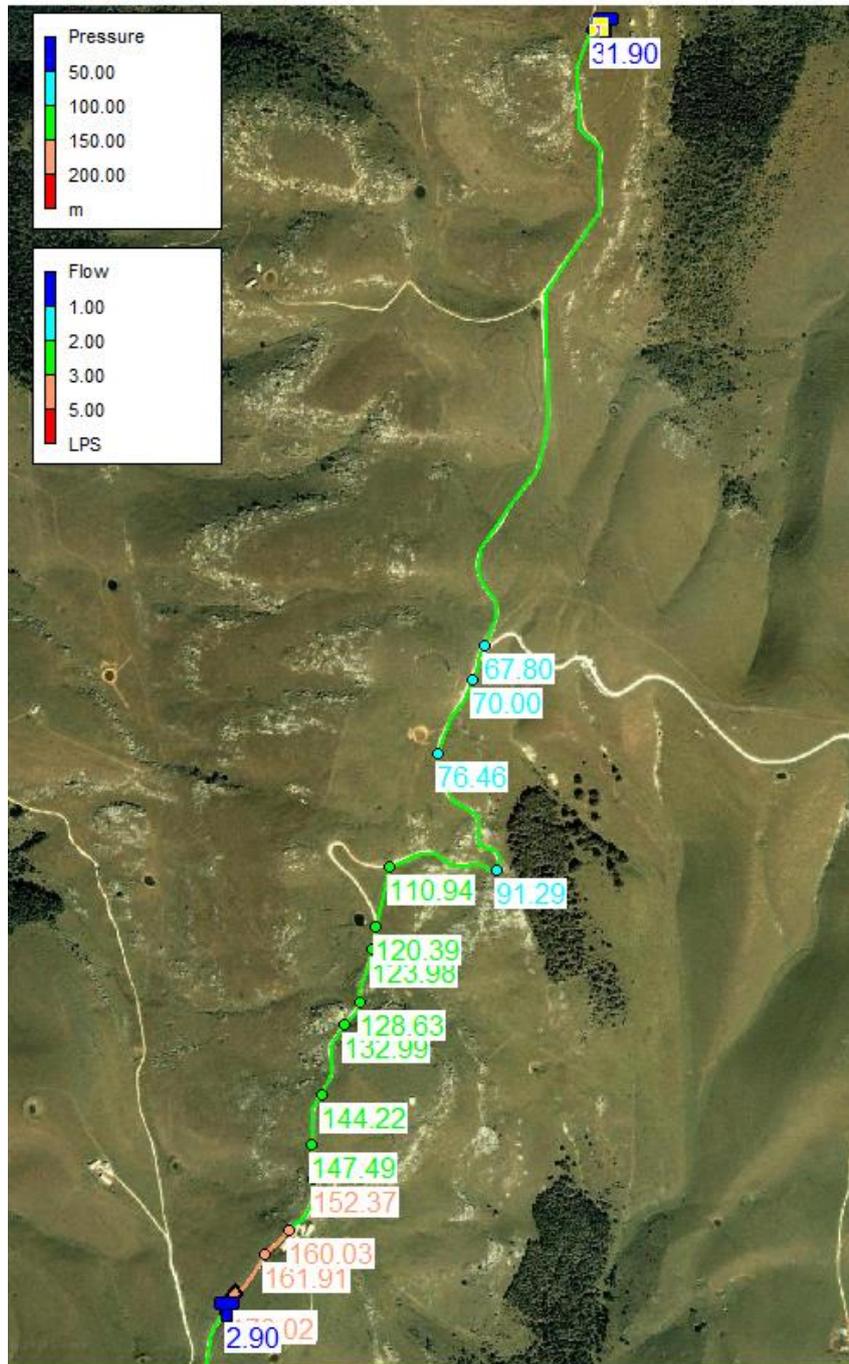


Figura 15: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto DC dal serbatoio Lessinia al serbatoio Castelberto – comune di Erbezzo.

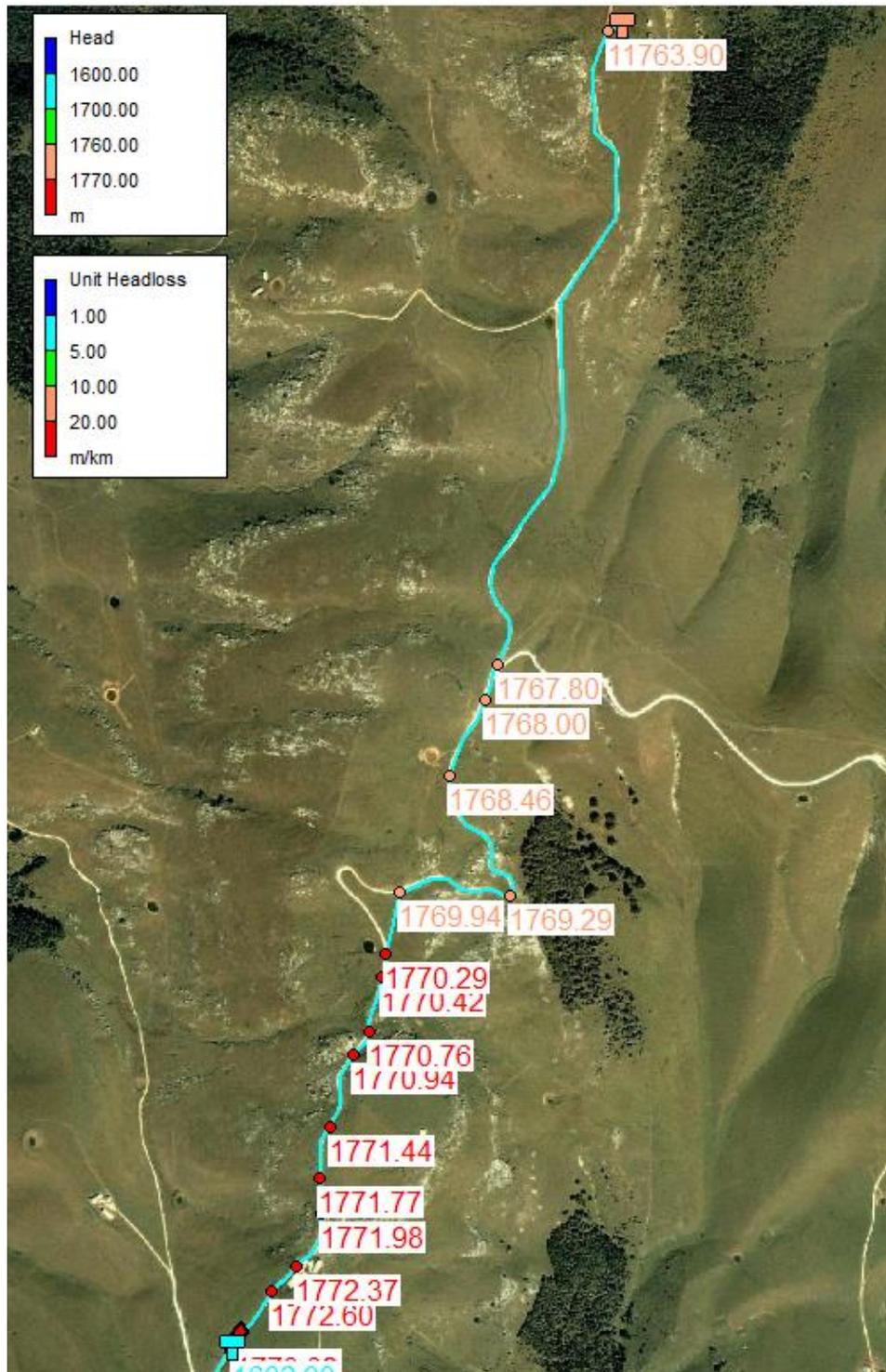


Figura 16: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto DC dal serbatoio Lessinia al serbatoio Castelberto – comune di Erbezzo.

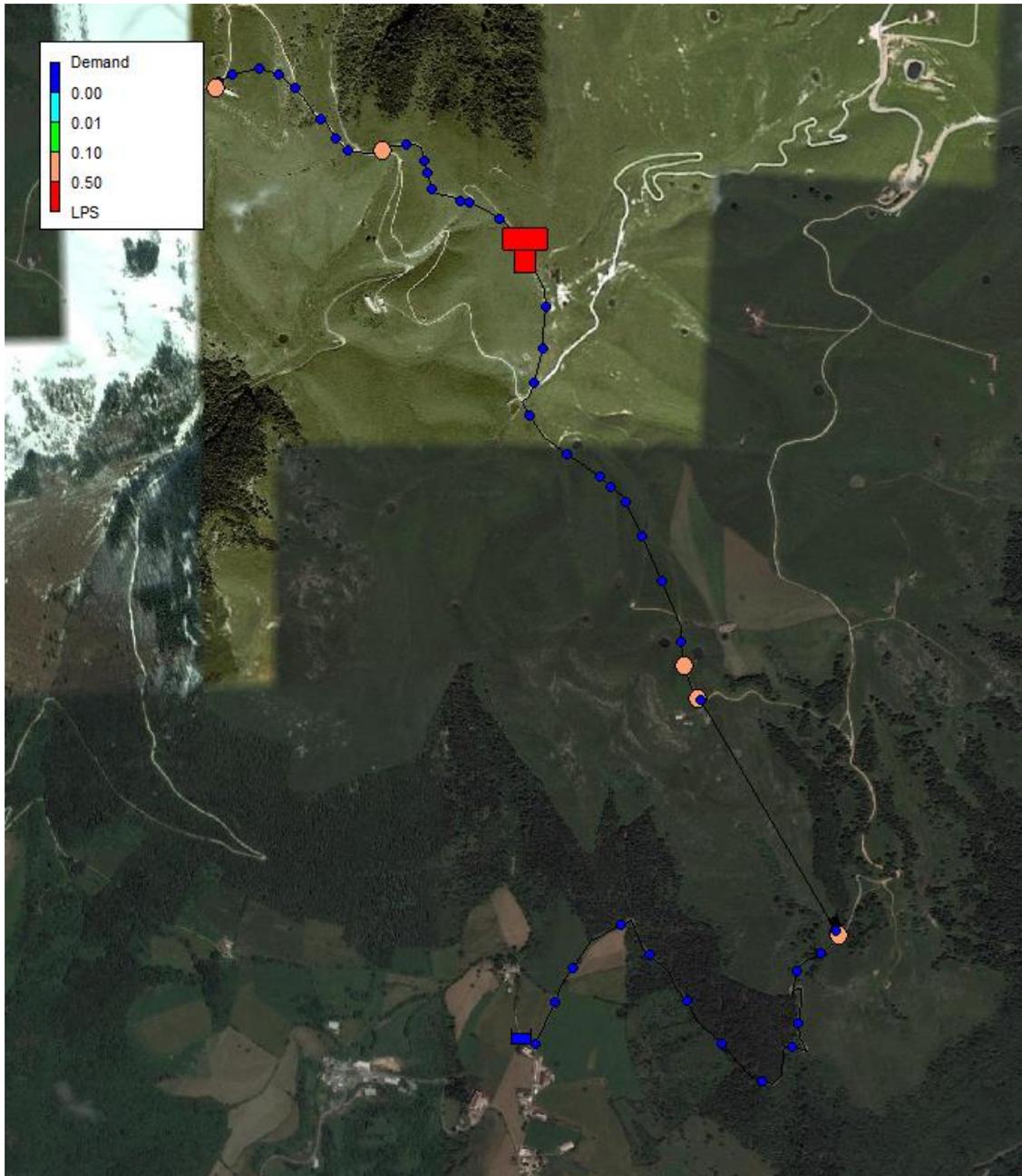


Figura 17: Mappa della domanda idrica ai nodi nel tratto AC nel comune di Sant'Anna

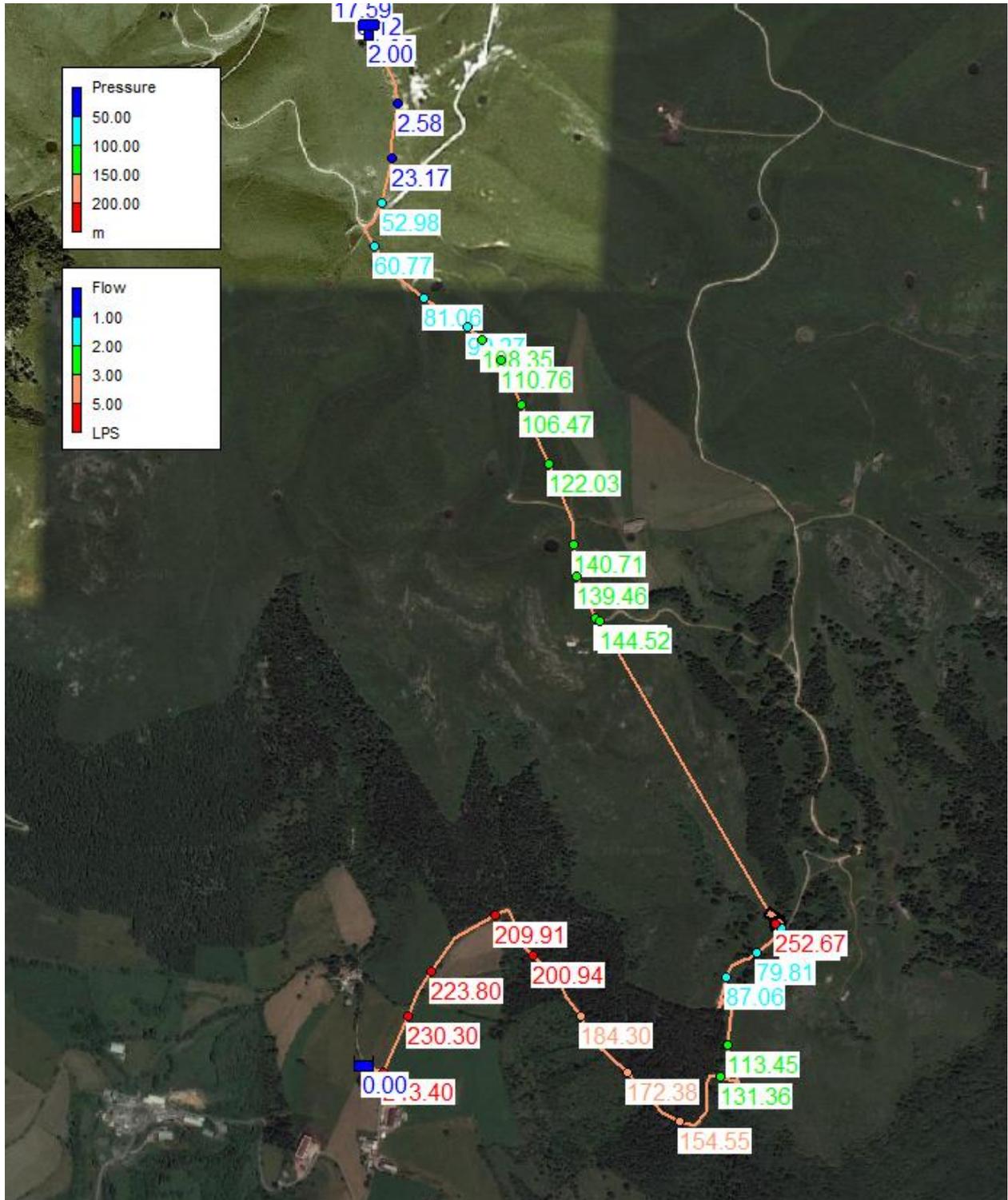


Figura 18: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto AB dal collegamento alla rete esistente al serbatoio Monte Cornetto – comune di Sant'Anna.

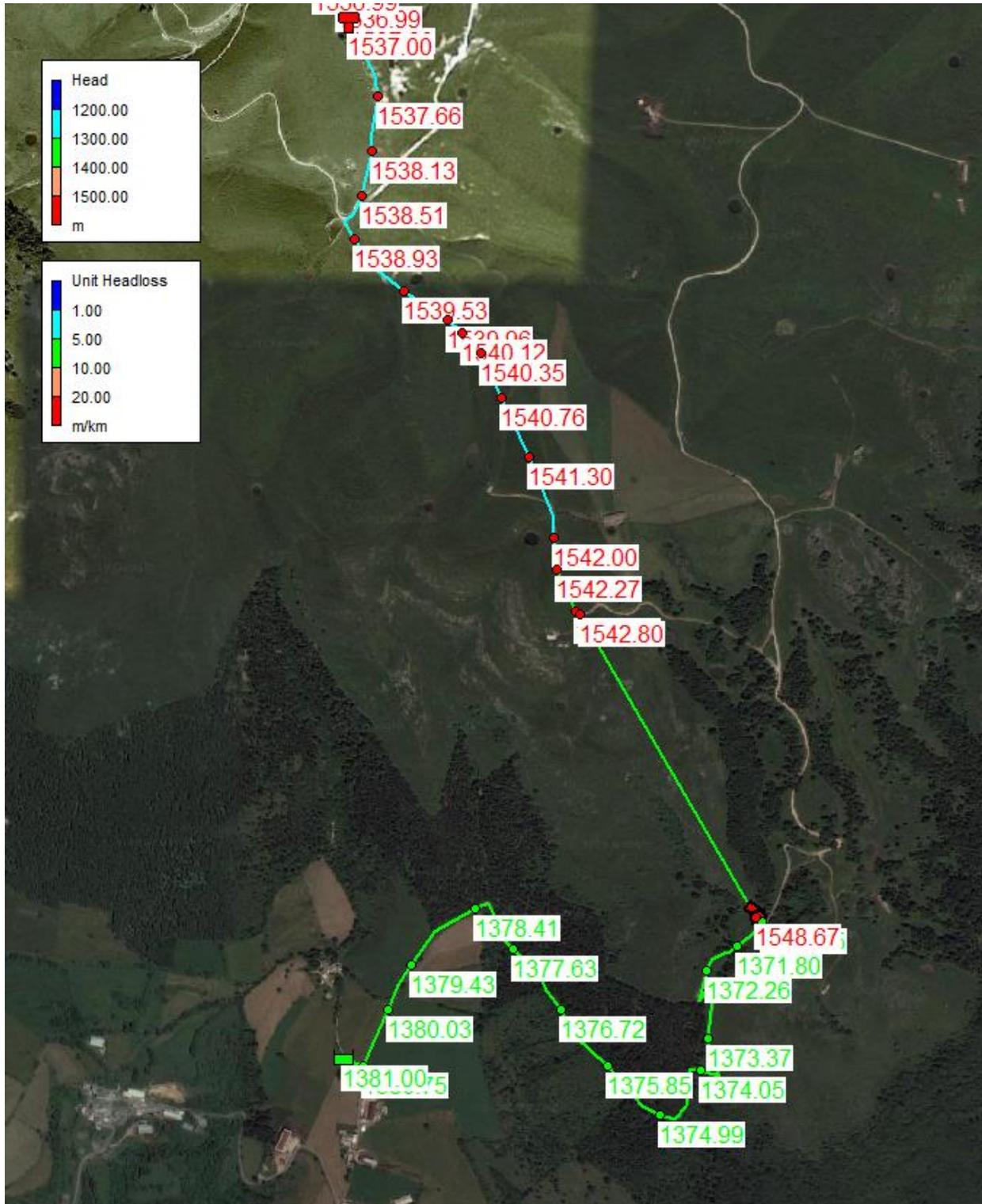


Figura 19: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto AB dal collegamento alla rete esistente al serbatoio Monte Cornetto – comune di Sant'Anna.



Figura 20: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto AB dal serbatoio Monte Cornetto – comune di Sant'Anna.



Figura 21: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto AB dal serbatoio Monte Cornetto – comune di Sant'Anna.

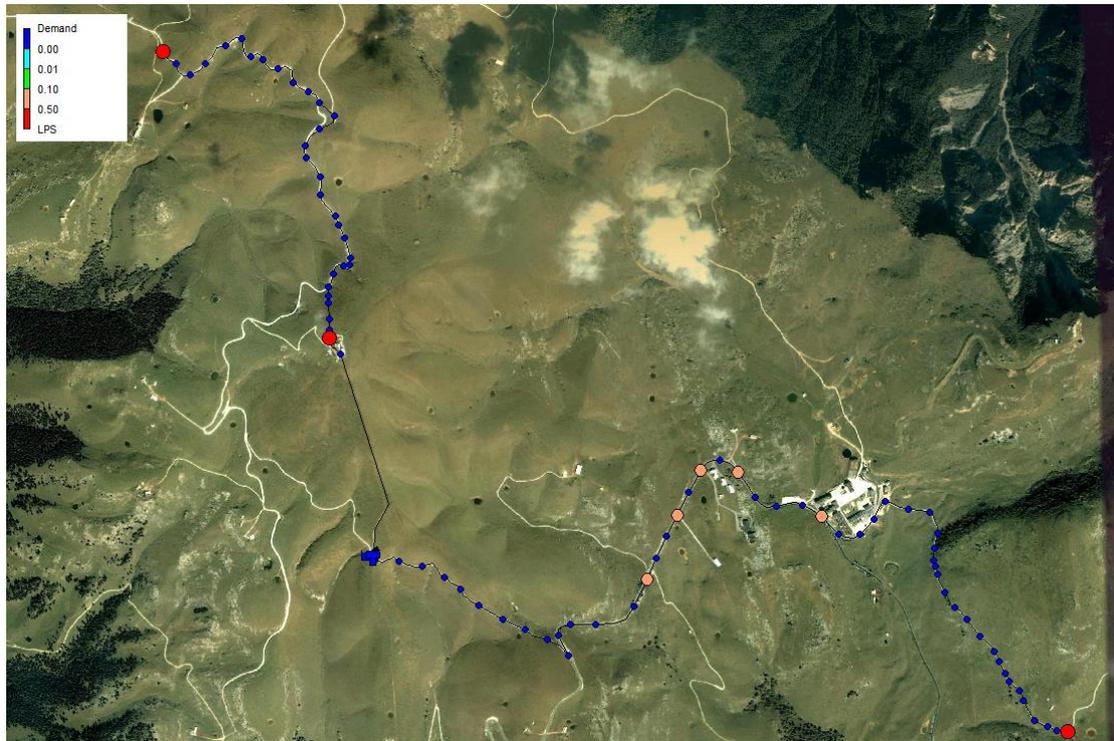


Figura 22: Mappa della domanda idrica ai nodi nel tratto GH e EF nel comune di Bosco Chiesanuova

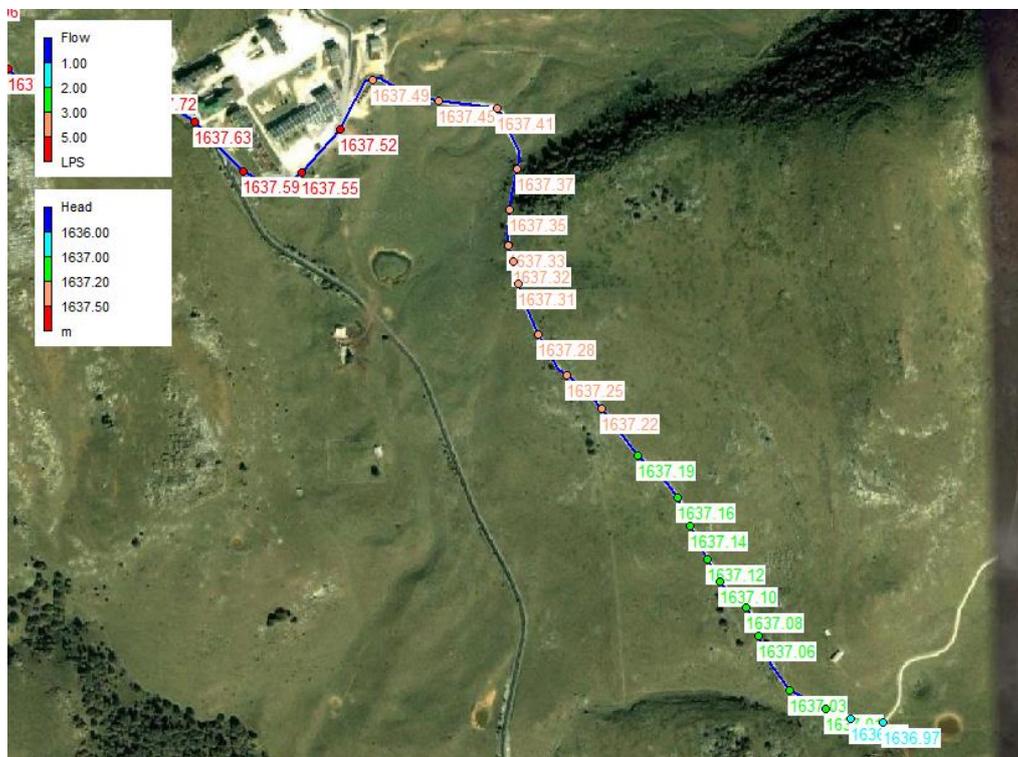


Figura 23: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto GH in località San Giorgio – comune di Bosco Chiesanuova.

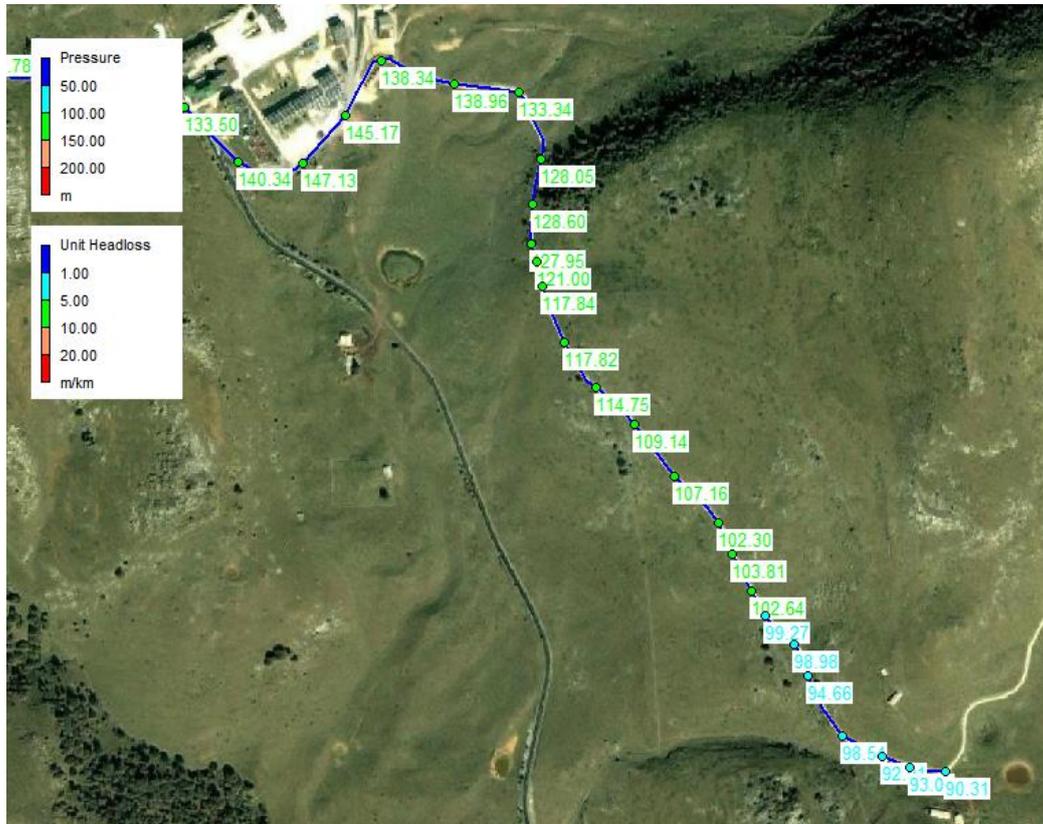


Figura 24: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto GH in località San Giorgio – comune di Bosco Chiesanuova.

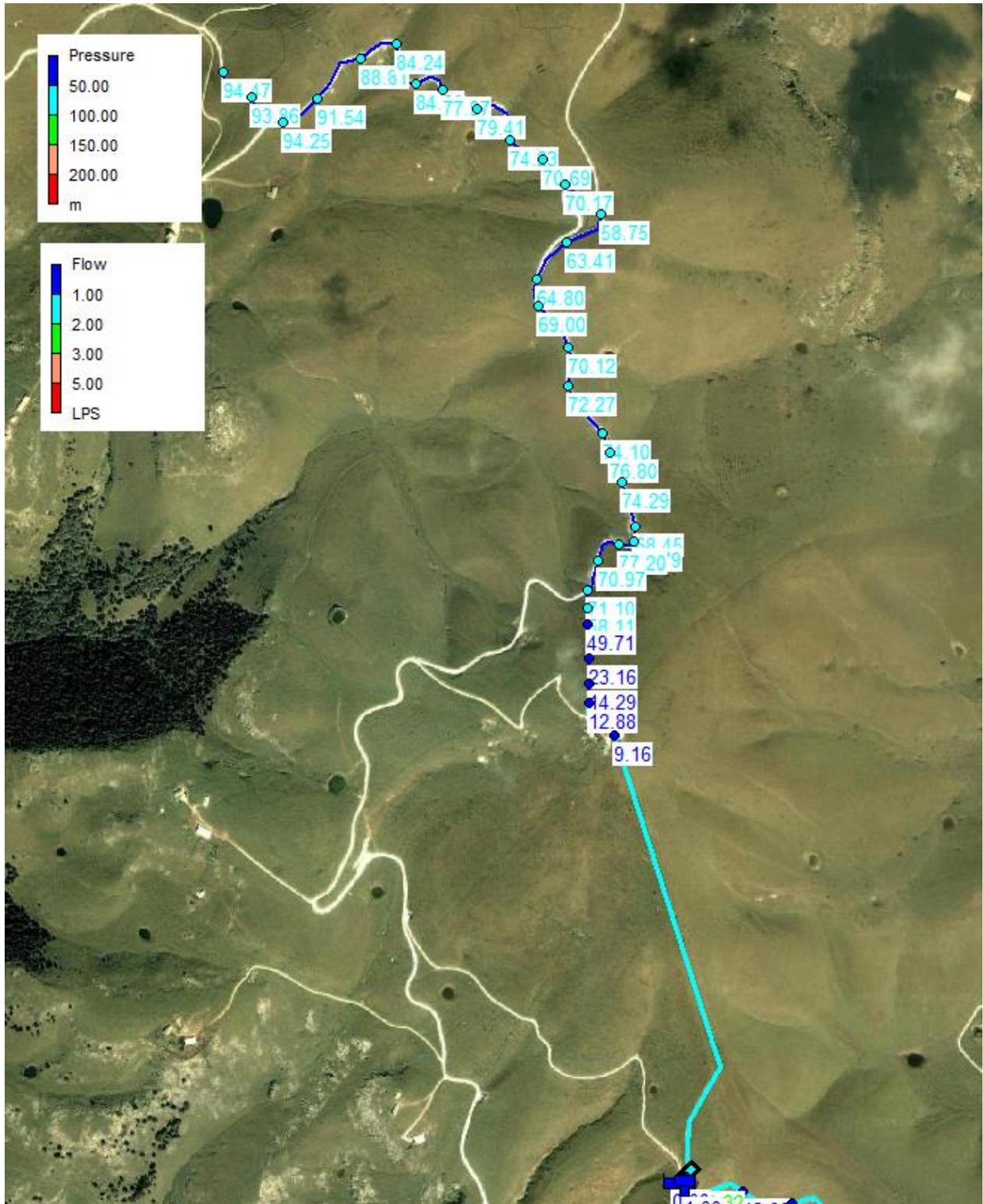


Figura 25: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto EF– comune di Bosco Chiesanuova.

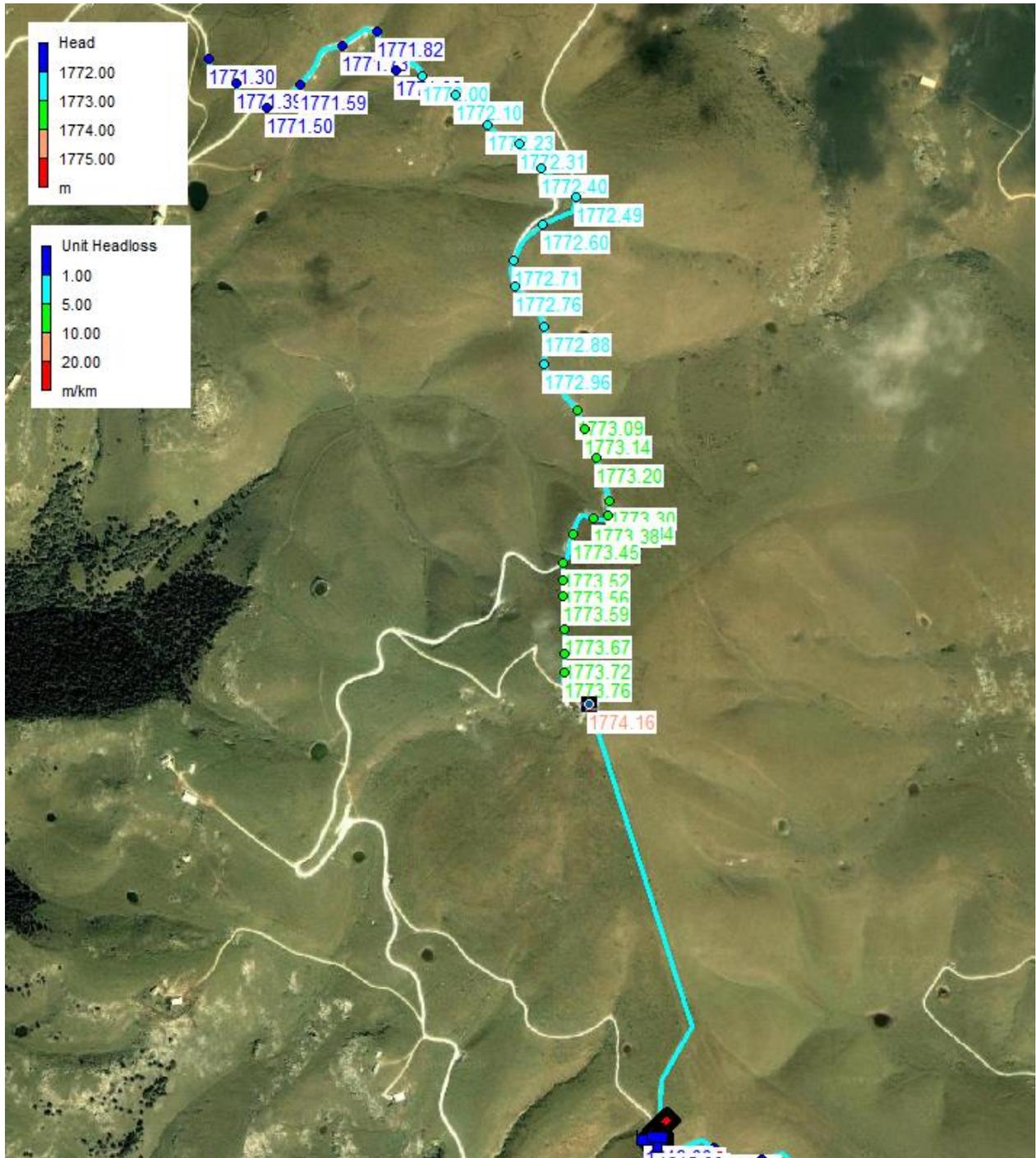


Figura 26: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto EF– comune di Bosco Chiesanuova.



Figura 27: Mappa dell'andamento della domanda idrica ai nodi nel tratto IL – comune di Bosco Chiesanuova

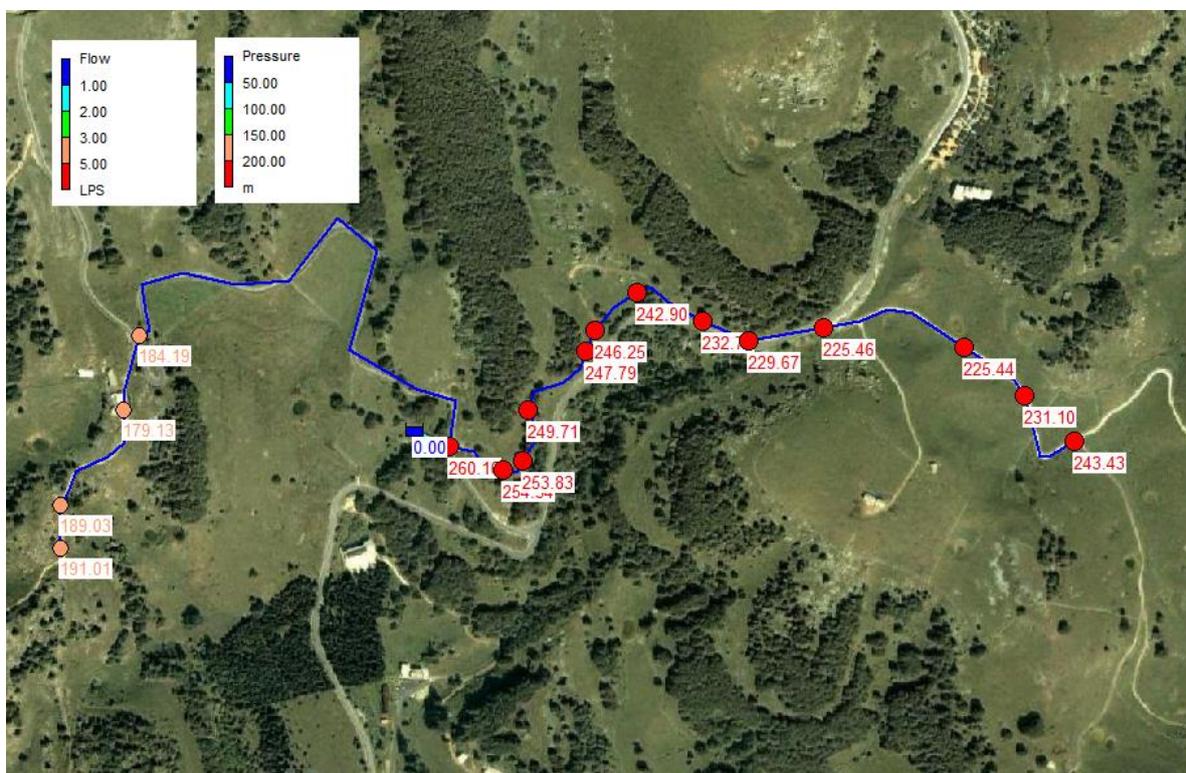


Figura 28: Mappa dell'andamento delle pressioni nel tratto IL– comune di Bosco Chiesanuova.

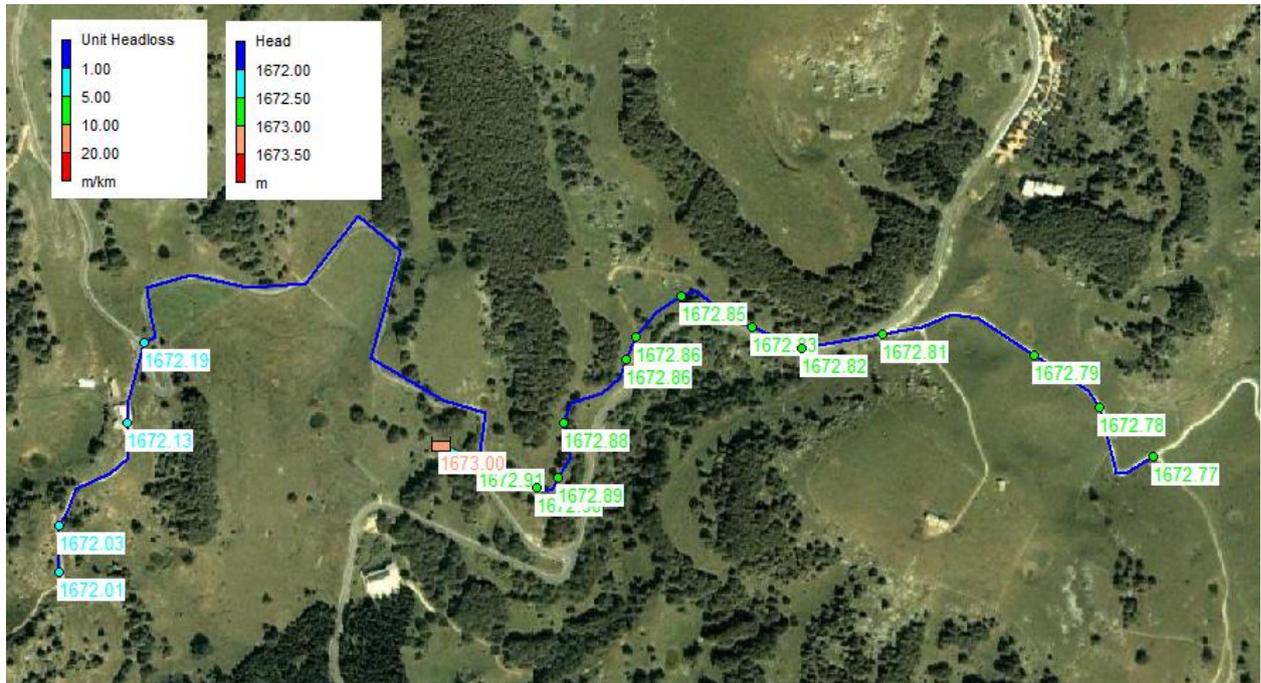


Figura 29: Mappa dell'andamento del carico idraulico nel tratto IL– comune di Bosco Chiesanuova.

La collocazione altimetrica dei serbatoi e dei rilanci di progetto è stata effettuata al fine di garantire adeguate pressioni alle utenze da servire.

- Nel tracciato DC del comune di Erbezzo le interruzioni di carico indotte dai serbatoi di progetto (Derocchetto e Lessinia) garantiscono una pressione alle malghe che si mantiene nella maggior parte dei casi sotto i 200 metri di carico, in particolare le pressioni e le portate di esercizio sono:
 - tracciato serbatoio Jacopo – serbatoio Derocchetto: $Q= 5 \text{ l/s}$, pressione massima 300 m;
 - tracciato serbatoio Derocchetto – serbatoio Lessinia: $Q= 4 \text{ l/s}$, pressione massima 167 m;
 - tracciato serbatoio Lessinia – serbatoio Casteberto: $Q= 3 \text{ l/s}$, pressione massima 173 m.
- Nel comune di Sant'Anna la collocazione del pompaggio Volpina e del serbatoio Monte Cornetto garantiscono pressioni alle utenze tra i 20 e i 140 metri di carico, in particolare nel tracciato la massima portata è 3 l/s e le pressioni nelle condotte presentano un intervallo tra i 18 e 243 metri di carico.
- Nel comune di Bosco Chiesanuova le pressioni e le portate di esercizio sono:
 - nel tratto IL a causa delle elevati pressioni sviluppate dal rilancio Tracchi, cui le condotte di progetto si allacciano, sono presenti dei carichi di pressione che possono raggiungere i 243.5 metri, con portate intorno ai 0.9 l/s;
 - nel tracciato EF si registrano pressioni tra i 10 e 135 metri di carico e portate di circa 2 l/s;
 - nel tracciato GH, in cui la distribuzione avviene per gravità dal serbatoio Dosso Brancon le pressioni di esercizio sono tra i 90 e 140 metri con portate di 0.6 l/s.

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

8. Appendice 1: Descrizione del modello

La versione Windows di EPANET fornisce un ambiente integrato per l'edizione dei dati di input della rete, della simulazione del funzionamento idraulico e della qualità dell'acqua con presentazione dei risultati in vari formati. Sono incluse mappe con colori codificati, tabelle dati, serie di grafici temporali.

Il pacchetto fornito dal programma permette di:

- trattare sistemi di qualsiasi dimensione;
- calcolare le perdite di carico usando le formule di Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning;
- considerare le perdite di carico dovute a curve, restringimenti, raccordi, etc;
- utilizzare pompe a velocità della girante costante o variabile;
- calcolare il costo dell'energia consumata per ogni pompa;
- definire qualsiasi tipo di valvole incluse quelle di intercettazione, di controllo, regolatrici di pressione e di portata;
- definire serbatoi di qualsiasi forma (per esempio diametro variabile in funzione dell'altezza);
- gestire la variazione temporale dei fabbisogni idrici nell'arco della giornata e più in generale nell'arco del periodo di simulazione;
- modellare le pressioni dovute alla portata degli idranti, sprinkler, diffusori, ugelli e manufatti simili (impianti antincendio);
- gestire le prestazioni e delle caratteristiche operative della rete idrica in base alla definizione di controlli semplici (basati ad esempio sul livello idrico in un serbatoio) oppure di controlli avanzati.

In più l'analizzatore di qualità dell'acqua EPANET può:

- modellare il movimento di sostanze non reattive,
- definire il tracciato delle sostanze attraverso la rete al passare del tempo;
- modellare il movimento e la destinazione di un composto reattivo man mano che esso aumenta (esempio disinfezione tramite prodotti) oppure diminuisce nel tempo (esempio il cloro residuo);
- modellare l'età dell'acqua in tutta la rete;
- tracciare la percentuale di portata di un dato nodo rispetto a quella di tutti gli altri nodi per il periodo di tempo considerato;
- modellare la reazione sia dell'intera portata sia di una zona circoscritta di tronchi di condotta;
- prevedere l'aumento o la diminuzione delle reazioni fino a raggiungere il limite di concentrazione;
- utilizzare il tasso globale del coefficiente di reazione che può essere modificato tronco per tronco di condotta;

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

- consentire la concentrazione o la immissione totale al variare del tempo in ogni punto della rete; modellare lo stoccaggio nei serbatoi in caso di completa miscelazione, arresto della portata o a due compartimenti di reazione.

L'interfaccia Windows fornisce un editore di visualizzazione della rete che semplifica il processo di costruzione del modello di rete e di edizione delle sue proprietà.

I rapporti dei vari dati e la visualizzazione degli strumenti sono usati in modo da assistere nell'interpretazione dei risultati o nell'analisi della rete. Sono possibili delle vedute grafiche (disegno delle serie di tempi, disegno dei profili, disegno delle zone ecc.), presentazioni tabellari e speciali rapporti (energia impiegata, reazione e calibrazione dei rapporti).

Per quanto riguarda i dati di input necessari per i calcoli sono da distinguere, in base alle difficoltà che presentano, tre categorie principali.

La prima riguarda tracciati, diametri e materiali costituenti le condotte di rete, ubicazione e caratteristiche di tutte le apparecchiature e impianti e in genere la costituzione della rete.

La seconda categoria comprende i dati di funzionamento reale come portate e pressioni in uscita dalle centrali, pressioni in rete ecc.

Infine la terza categoria comprende gli elementi di difficile determinazione e cioè la portata erogata ai nodi della rete ora per ora e la scabrezza reale delle tubazioni.

La soluzione per i carichi e per le portate in un particolare istante richiede la simultanea soluzione dell'equazione di continuità e delle equazioni del moto attraverso ogni tratto ed ogni nodo nella rete. In questo processo, conosciuto come bilanciamento idraulico della rete, viene usata una tecnica iterativa per la soluzione di sistemi di equazioni non lineari.

Il modello di calcolo utilizzato simula le condizioni di moto permanente all'interno della rete di progetto.

Il moto di un fluido in pressione è genericamente governato dalle equazioni del moto e di continuità che possono essere espresse nella seguente forma:

$$g \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{f}{2D} v|v| + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho v A) + \frac{\partial}{\partial t}(\rho A) = 0$$

dove:

h è il livello piezometrico;

v è la velocità;

D è il diametro della condotta;

A è l'area della condotta;

f è il coefficiente di resistenza;

r è la densità del fluido;

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

g è l'accelerazione di gravità;

x è l'ascissa spaziale;

t è il tempo.

In condizioni di moto permanente le equazioni di cui sopra si semplificano, introducendo la portata Q fluente, nella seguente formulazione:

$$g \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{f}{2DA^2} Q|Q| = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

Tale sistema di equazioni differenziali viene discretizzato alle differenze finite; per la generica condotta di lunghezza L che congiunge i nodi i e j l'equazione del moto si riduce pertanto alla seguente:

$$h_i - h_j = \alpha_{ij} \cdot Q_{ij}$$

dove: $\alpha_{ij} = |Q_{ij}| \cdot f \cdot L / (A^2 \cdot D \cdot 2g)$

l'equazione di continuità al nodo j -esimo viene invece discretizzata come:

$$\sum_j Q_{ij} = \bar{Q}_j$$

dove: \bar{Q}_j è la portata erogata al nodo j -esimo.

L'algoritmo di calcolo consiste nella risoluzione iterativa del sistema non lineare così discretizzato; la formulazione matematica del modello può quindi essere espressa in termini di portata e di altezza piezometrica, il modello di calcolo utilizza la seconda formulazione.

La soluzione utilizzata consiste in una stima iniziale delle portate e delle piezometriche e in una successiva correzione di questi parametri per rispettare le leggi del moto e della continuità con una data tolleranza.

Per il calcolo delle perdite di carico il modello idraulico consente l'applicazione delle seguenti leggi:

- la formula di Hazen-Williams;
- la formula di Darcy-Weisbach;
- la formula di Chezy-Manning.

Ai fini della modellazione idraulica della rete di progetto viene applicata l'espressione di Darcy-Weisbach in quanto teoricamente più corretta e applicabile a tutti i regimi di flusso:

$$h_L = A \cdot q^B$$

dove :

h_L : perdite di carico per unità di lunghezza;

A : coefficiente di resistenza;

 Consiglio di Bacino Veronese	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE IDRAULICA	Rev. 01 – Settembre 2021

q : portata;

B : esponente del flusso.

9. Appendice 2: Risultati del modello

Di seguito vengono riportati gli output del modello idraulico estratti da Epanet.

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc IH-J-2	0	1456.02	274.87
Junc IH-J-3	0	1455.89	266.25
Junc IH-J-4	0	1455.82	263.46
Junc IH-J-5	0	1455.7	255.84
Junc IH-J-6	0	1455.57	246.84
Junc IH-J-7	0	1455.47	238.99
Junc IH-J-8	0	1455.36	234.22
Junc IH-J-9	0	1455.24	219.79
Junc IH-J-10	0	1455.18	215.6
Junc IH-J-11	0	1455.1	208.53
Junc IH-J-12	0	1454.97	195.26
Junc IH-J-13	0	1454.87	184.21
Junc IH-J-14	0	1454.8	177.56
Junc IH-J-15	0	1454.74	173.06
Junc IH-J-16	0	1454.69	169.32
Junc IH-J-17	0	1454.65	162.29
Junc IH-J-18	0	1454.55	130.35
Junc IH-J-19	0	1454.45	104.82
Junc DC-Gruppo1	0.4	1454.35	88.28
Junc HG-J-2	0	1454.27	89.28
Junc HG-J-3	0	1454.2	90.38
Junc HG-J-4	0	1454.12	78.16
Junc HG-J-5	0	1454.01	72.41
Junc HG-J-6	0	1453.94	67.51
Junc HG-J-7	0	1453.86	57
Junc HG-J-8	0	1453.77	49.38
Junc HG-J-9	0	1453.74	43.36
Junc HG-J-10	0	1453.67	38.78
Junc HG-J-11	0	1453.59	29.5
Junc HG-J-12	0	1453.52	22.54
Junc HG-J-13	0	1453.42	25.62
Junc HG-J-14	0	1453.33	34.39
Junc DC-Gruppo2	0.08	1453.26	41.53
Junc HG-J-16	0	1453.16	24.97
Junc HG-J-17	0	1453.04	3.78

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc HG-J-18	0	1453.02	7.78
Junc HG-J-19	0	1452.97	12.76
Junc HG-J-20	0	1452.95	11.54
Junc DC-Gruppo3	0.18	1616.34	157.95
Junc HG-J-22	0	1615.8	145.68
Junc HG-J-23	0	1615.37	142.46
Junc HG-J-24	0	1614.52	124.83
Junc HG-J-25	0	1614	124
Junc HG-J-26	0	1613.33	122.12
Junc HG-J-27	0	1612.5	123.09
Junc DC-Gruppo4	0.31	1612.33	125.49
Junc GE-J-1	0	1612.31	125.47
Junc GE-J-2	0	1611.94	123.81
Junc GE-J-3	0	1611.8	121.48
Junc GE-J-4	0	1611.17	117.33
Junc GE-J-5	0	1610.43	107.83
Junc DC-Gruppo5	0.32	1610.22	108.02
Junc GE-J-7	0	1609.83	103.25
Junc GE-J-8	0	1609.32	99.6
Junc GE-J-9	0	1609.02	97.16
Junc GE-J-10	0	1608.77	95.49
Junc GE-J-11	0	1608.48	94.45
Junc GE-J-12	0	1608.14	94.3
Junc GE-J-13	0	1607.66	89.8
Junc DC-Gruppo6	0.24	1607.38	87.31
Junc GE-J-15	0	1606.82	78.81
Junc EC-J-1	0	1606.8	78.63
Junc DA-J-2	0	1536.99	6.12
Junc DA-J-3	0	1536.99	17.59
Junc DA-J-4	0	1536.98	32.21
Junc DA-J-5	0	1536.97	37.32
Junc DA-J-6	0	1536.96	44.48
Junc DA-J-7	0	1536.96	46.91
Junc DA-J-8	0	1536.96	50.9
Junc DA-J-9	0	1536.95	61.75
Junc BA-Gruppo3	0.18	1536.94	69.07
Junc DA-J-11	0	1536.93	63.86
Junc DA-J-12	0	1536.93	62.02

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc DA-J-13	0	1536.93	58.22
Junc DA-J-14	0	1536.92	52.99
Junc DA-J-15	0	1536.92	32.47
Junc DA-J-16	0	1536.91	24.44
Junc DA-J-17	0	1536.91	21.56
Junc DA-J-18	0	1536.91	20.55
Junc BA-Gruppo4	0.42	1536.91	18.24
Junc DB-J-1	0	1537	1.96
Junc DB-J-2(-5)	0	1537.66	2.58
Junc DB-J-3	0	1538.13	23.17
Junc DB-J-4	0	1538.51	52.98
Junc DB-J-5	0	1538.93	60.77
Junc DB-J-6	0	1539.53	81.06
Junc DB-J-7	0	1539.96	99.27
Junc DB-J-8	0	1540.12	108.35
Junc DB-J-9	0	1540.35	110.76
Junc DB-J-10	0	1540.76	106.47
Junc DB-J-11	0	1541.3	122.03
Junc DB-J-12	0	1542	140.71
Junc BA-Gruppo2	0.44	1542.27	139.46
Junc BA-Gruppo1	0.12	1542.75	143.44
Junc DC-Gruppo7	0.12	1606.37	72.07
Junc EF-J-3	0	1605.8	60.6
Junc EF-J-4	0	1605.29	51.51
Junc EF-J-5	0	1604.88	42.6
Junc DC-Gruppo8	0.15	1604.52	38.7
Junc EF-J-7	0	1604.09	32.16
Junc EF-J-8	0	1603.76	23
Junc DC-Gruppo9	0.28	1603.49	18.64
Junc EF-J-10	0	1773	171.79
Junc EF-J-11	0	1772.6	161.91
Junc DC-Gruppo10	0.1	1772.37	160.03
Junc EF-J-13	0	1771.98	152.37
Junc EF-J-14	0	1771.77	147.49
Junc EF-J-15	0	1771.44	144.22
Junc EF-J-16	0	1770.94	132.99
Junc EF-J-17	0	1770.76	128.63
Junc DC-Gruppo11	0.18	1770.42	123.98

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc EF-J-19	0	1770.29	120.39
Junc EF-J-21	0	1768.46	76.46
Junc EF-J-23	0	1767.8	67.8
Junc FE-Gruppo2	1	1771.3	94.47
Junc LM-J-3	0	1771.39	93.86
Junc LM-J-4	0	1771.5	94.25
Junc LM-J-5	0	1771.59	91.54
Junc LM-J-6	0	1771.73	88.81
Junc LM-J-7	0	1771.82	84.24
Junc LM-J-8	0	1771.93	84.6
Junc LM-J-9	0	1772	77.97
Junc LM-J-10	0	1772.1	79.41
Junc LM-J-11	0	1772.23	74.23
Junc LM-J-12	0	1772.31	70.69
Junc LM-J-13	0	1772.4	70.17
Junc LM-J-14	0	1772.49	58.75
Junc LM-J-15	0	1772.6	63.41
Junc LM-J-16	0	1772.71	64.8
Junc LM-J-17	0	1772.76	69
Junc LM-J-18	0	1772.88	70.12
Junc LM-J-19	0	1772.96	72.27
Junc LM-J-20	0	1773.09	74.1
Junc LM-J-21	0	1773.14	76.8
Junc LM-J-22	0	1773.2	74.29
Junc LM-J-23	0	1773.3	68.45
Junc LM-J-24	0	1773.34	74.79
Junc LM-J-25	0	1773.38	77.2
Junc LM-J-26	0	1773.45	70.97
Junc LM-J-27	0	1773.52	71.1
Junc LM-J-28	0	1773.56	58.11
Junc LM-J-29	0	1773.59	49.71
Junc LM-J-30	0	1773.67	23.16
Junc LM-J-31	0	1773.72	14.29
Junc FE-Gruppo1	1	1773.76	12.88
Junc ON-J-1	0.23	1637.63	133.5
Junc ON-J-2	0	1637.59	140.34
Junc ON-J-3	0	1637.55	147.13
Junc ON-J-4	0	1637.52	145.17

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc ON-J-5	0	1637.49	138.34
Junc ON-J-6	0	1637.45	138.96
Junc ON-J-7	0	1637.41	133.34
Junc ON-J-8	0	1637.37	128.05
Junc ON-J-9	0	1637.35	128.6
Junc ON-J-10	0	1637.33	127.95
Junc ON-J-11	0	1637.32	121
Junc ON-J-12	0	1637.31	117.84
Junc ON-J-13	0	1637.28	117.82
Junc ON-J-14	0	1637.25	114.75
Junc ON-J-15	0	1637.22	109.14
Junc ON-J-16	0	1637.19	107.16
Junc ON-J-17	0	1637.16	102.3
Junc ON-J-18	0	1637.14	103.81
Junc ON-J-19	0	1637.12	102.64
Junc ON-J-20	0	1637.1	99.27
Junc ON-J-21	0	1637.08	98.98
Junc ON-J-22	0	1637.06	94.66
Junc ON-J-23	0	1637.03	98.54
Junc ON-J-24	0	1637.01	92.91
Junc ON-J-25	0	1636.99	93
Junc ON-J-26	0.57	1636.97	90.31
Junc Esis-1	0	1645	9.31
Junc Esis-2	0	1644.63	13
Junc Esis-3	0	1644.27	20.99
Junc Esis-4	0	1643.85	26.87
Junc Esis-5	0	1643.56	31.99
Junc Esis-6	0	1643.2	36.9
Junc Esis-7	0	1642.79	42.86
Junc Esis-8	0	1642.44	47.87
Junc Esis-9	0	1642.08	51.77
Junc Esis-10	0	1641.68	57.84
Junc Esis-11	0	1641.34	63.22
Junc Esis-12	0	1641.05	68.34
Junc Esis-13	0	1640.69	72.35
Junc Esis-14	0	1640.01	82.4
Junc Esis-15	0.19	1639.57	85.09
Junc Esis-16	0	1639.32	86.39

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc Esis-17	0	1639.05	85.76
Junc Esis-18	0.16	1638.79	87.76
Junc Esis-19	0	1638.56	90.8
Junc Esis-20	0.17	1638.34	91.46
Junc Esis-21	0	1638.2	98.81
Junc Esis-22	0.19	1638.06	106.9
Junc Esis-23	0	1637.93	112.78
Junc Esis-24	0	1637.83	119.17
Junc Esis-25	0	1637.72	127.24
Junc EF-J-24	0	1768	70
Junc R-1	0	1769.94	110.94
Junc R-2	0	1769.29	91.29
Junc Casalberto	0	1764.01	3.01
Junc J-SE-R-1	0	1456.14	300.14
Junc J-SP-R-2	0	1773.02	173.02
Junc J-NT-SA-1	0	1380.75	243.4
Junc J-NT-SA-2	0	1380.03	230.3
Junc J-NT-SA-3	0	1379.43	223.8
Junc J-NT-SA-4	0	1378.41	209.91
Junc J-NT-SA-5	0	1377.63	200.94
Junc J-NT-SA-6	0	1376.72	184.3
Junc J-NT-SA-7	0	1375.85	172.38
Junc J-NT-SA-8	0	1374.99	154.55
Junc J-NT-SA-9	0	1374.05	131.36
Junc J-NT-SA-10	0	1373.37	113.45
Junc J-NT-SA-11	0	1372.26	87.06
Junc J-NTE-CH-1	0	1672.91	260.17
Junc J-NTE-CH-2	0	1672.9	254.54
Junc J-NTE-CH-3	0	1672.89	253.83
Junc J-NTE-CH-4	0	1672.88	249.71
Junc J-NTE-CH-5	0	1672.86	247.8
Junc J-NTE-CH-6	0	1672.86	246.25
Junc J-NTE-CH-7	0	1672.85	242.9
Junc J-NTE-CH-8	0	1672.83	232.76
Junc J-NTE-CH-9	0	1672.82	229.67
Junc IL-Gruppo2	0.07	1672.81	225.46
Junc J-NTE-CH-11	0	1672.79	225.44
Junc J-NTE-CH-12	0	1672.78	231.1

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs			
	Demand	Head	Pressure
Node ID	LPS	m	m
Junc IL-Gruppo1	0.29	1672.77	243.43
Junc J-NT-SA-17	0	1371.8	79.81
Junc J-NT-SA-28	0	1542.8	144.52
Junc J-s-1	0	1616.72	166.72
Junc IL-Gruppo3	0.16	1672.2	184.2
Junc IL-Gruppo4	0.03	1672.14	179.14
Junc IL-Gruppo5	0.16	1672.05	189.05
Junc IL-Gruppo6	0.19	1672.03	191.03
Junc IL-Gruppo7	0.22	1671.66	347.66
Junc IL-Gruppo8	0.14	1671.66	364.16
Junc 5	0	1778.32	134.32
Junc 6	0	1774.16	9.16
Junc 7	0.1	1371.15	75.15
Junc 8	0	1548.67	252.67
Resvr Sorgente-3SA	-4.19	1381	0
Resvr 3	-1.25	1673	0
Resvr 4	-0.94	1646	0
Tank SP-2	2.93	1537	2
Tank SP-R-1	0.08	1452.9	2.9
Tank SP-R-2	-0.15	1602.9	2.9
Tank SE-R-1	-5.11	1160	4
Tank SP-1	2.82	1763.9	1.9
Tank 2	-2.57	1645	1

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe IH-P-2	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-3	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-4	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-5	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-6	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-7	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-8	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-9	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-10	5.11	0.29	1.03	0.036

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe IH-P-11	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-12	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-13	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-14	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-15	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-16	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-17	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-18	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-19	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe IH-P-20	5.11	0.29	1.03	0.036
Pipe HG-P-23	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-24	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-25	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-26	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-27	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-28	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-29	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-30	4.71	0.27	0.88	0.037
Pipe HG-P-31	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-32	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-33	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-34	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-35	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-36	4.71	0.27	0.88	0.036
Pipe HG-P-37	4.62	0.26	0.85	0.036
Pipe HG-P-38	4.62	0.26	0.85	0.036
Pipe HG-P-39	4.62	0.26	0.85	0.037
Pipe HG-P-40	4.62	0.26	0.85	0.036
Pipe HG-P-41	4.62	0.26	0.85	0.036
Pipe HG-P-42	4.62	0.26	0.84	0.036
Pipe HG-P-43	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-44	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-45	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-46	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-47	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-48	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-49	4.35	0.55	6.53	0.042
Pipe HG-P-50	4.04	0.51	5.65	0.042

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe GE-P-51	4.04	0.51	5.63	0.042
Pipe GE-P-52	4.04	0.51	5.63	0.042
Pipe GE-P-53	4.04	0.51	5.63	0.042
Pipe GE-P-54	4.04	0.51	5.63	0.042
Pipe GE-P-55	4.04	0.51	5.63	0.042
Pipe GE-P-56	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-57	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-58	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-59	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-60	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-61	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-62	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-63	3.73	0.47	4.78	0.042
Pipe GE-P-64	3.49	0.44	4.19	0.042
Pipe GE-P-65	3.49	0.44	4.18	0.042
Pipe DA-P-15	0.59	0.08	0.12	0.042
Pipe DA-P-16	0.59	0.08	0.12	0.042
Pipe DA-P-17	0.59	0.08	0.12	0.041
Pipe DA-P-18	0.59	0.08	0.12	0.042
Pipe DA-P-19	0.59	0.08	0.12	0.042
Pipe DA-P-20	0.59	0.08	0.12	0.042
Pipe DA-P-21	0.59	0.08	0.12	0.041
Pipe DA-P-22	0.59	0.08	0.12	0.042
Pipe DA-P-23	0.59	0.08	0.12	0.041
Pipe DA-P-24	0.42	0.05	0.06	0.042
Pipe DA-P-25	0.42	0.05	0.06	0.043
Pipe DA-P-26	0.42	0.05	0.06	0.041
Pipe DA-P-27	0.42	0.05	0.06	0.042
Pipe DA-P-28	0.42	0.05	0.06	0.043
Pipe DA-P-29	0.42	0.05	0.06	0.04
Pipe DA-P-30	0.42	0.05	0.06	0.043
Pipe DA-P-31	0.42	0.05	0.06	0.04
Pipe DA-P-32	0.42	0.05	0.06	0.043
Pipe DB-P-33	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-34	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-35	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-36	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-37	-3.52	0.45	4.27	0.042

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe DB-P-38	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-39	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-40	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-41	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-42	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-43	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-44	-3.52	0.45	4.27	0.042
Pipe DB-P-45	-3.97	0.5	5.42	0.042
Pipe EF-P-46	3.49	0.44	4.19	0.042
Pipe EF-P-47	3.37	0.43	3.91	0.042
Pipe EF-P-48	3.37	0.43	3.91	0.042
Pipe EF-P-49	3.37	0.43	3.91	0.042
Pipe EF-P-50	3.37	0.43	3.91	0.042
Pipe EF-P-51	3.22	0.41	3.58	0.042
Pipe EF-P-52	3.22	0.41	3.58	0.042
Pipe EF-P-53	3.22	0.41	3.58	0.042
Pipe EF-P-54	2.94	0.37	2.98	0.042
Pipe EF-P-55	3.09	0.39	3.3	0.042
Pipe EF-P-56	3.09	0.39	3.3	0.042
Pipe EF-P-57	3	0.38	3.09	0.042
Pipe EF-P-58	3	0.38	3.09	0.042
Pipe EF-P-59	3	0.38	3.09	0.042
Pipe EF-P-60	3	0.38	3.09	0.042
Pipe EF-P-61	3	0.38	3.09	0.042
Pipe EF-P-62	3	0.38	3.09	0.042
Pipe EF-P-63	2.82	0.36	2.73	0.042
Pipe EF-P-64	2.82	0.36	2.73	0.042
Pipe EF-P-66	2.82	0.36	2.73	0.042
Pipe EF-P-67	2.82	0.36	2.73	0.042
Pipe LM-P-42	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-43	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-44	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-45	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-46	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-47	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-48	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-49	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-50	-1	0.2	1.12	0.045

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe LM-P-51	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-52	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-53	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-54	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-55	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-56	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-57	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-58	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-59	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-60	-1	0.2	1.13	0.045
Pipe LM-P-61	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-62	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-63	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-64	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-65	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-66	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-67	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-68	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-69	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-70	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-71	-1	0.2	1.12	0.045
Pipe LM-P-72	1.99	0.4	4.49	0.045
Pipe ON-P-73	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-74	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-75	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-76	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-77	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-78	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-79	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-80	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-81	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-82	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-83	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-84	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-85	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-86	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-87	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-88	0.57	0.11	0.37	0.045

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe ON-P-89	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-90	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-91	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-92	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-93	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-94	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-95	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-96	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe ON-P-97	0.57	0.11	0.37	0.045
Pipe Esis-P2	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P3	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P4	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P5	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P6	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P7	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P8	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P9	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P10	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P11	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P12	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P13	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P14	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P15	1.52	0.3	3.43	0.059
Pipe Esis-P16	1.33	0.26	2.63	0.059
Pipe Esis-P17	1.33	0.26	2.63	0.059
Pipe Esis-P18	1.33	0.26	2.63	0.059
Pipe Esis-P19	1.17	0.23	2.04	0.059
Pipe Esis-P20	1.17	0.23	2.03	0.059
Pipe Esis-P21	1	0.2	1.47	0.059
Pipe Esis-P22	1	0.2	1.47	0.059
Pipe Esis-P23	0.81	0.16	0.96	0.059
Pipe Esis-P24	0.81	0.16	0.97	0.059
Pipe Esis-P25	0.81	0.16	0.96	0.059
Pipe Esis-P26	0.81	0.16	0.97	0.059
Pipe Pipe-T3	0	0	0	0
Pipe Esis-P28	2.82	0.36	2.73	0.042
Pipe Esis-P29	2.82	0.36	2.73	0.042
Pipe Esis-P30	2.82	0.36	2.73	0.042

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe EF-P-55-B	3.09	0.39	3.3	0.042
Pipe NT-SA-1	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-2	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-3	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-4	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-5	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-6	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-7	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-8	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-9	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-10	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-CHE1	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE2	0.36	0.07	0.14	0.044
Pipe NT-CHE3	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE4	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE5	0.36	0.07	0.15	0.046
Pipe NT-CHE6	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE7	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE8	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE9	0.36	0.07	0.15	0.045
Pipe NT-CHE10	0.29	0.06	0.1	0.045
Pipe NT-CHE11	0.29	0.06	0.1	0.045
Pipe NT-CHE12	0.29	0.06	0.1	0.045
Pipe NT-SA-18	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-29	4.09	0.52	5.74	0.042
Pipe NT-SA-30	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe NT-SA-31	4.19	0.53	6.04	0.042
Pipe HG-P-41-b	4.54	0.58	7.09	0.042
Pipe NT-CH-33	0.89	0.18	0.89	0.045
Pipe NT-CH-34	0.73	0.15	0.6	0.045
Pipe NT-CH-35	0.7	0.14	0.56	0.045
Pipe NT-CH-36	0.54	0.11	0.33	0.045
Pipe NT-CH-37	0.36	0.07	0.14	0.045
Pipe NT-CH-38	0.14	0.03	0.02	0.044
Pipe collegamento	1.25	0.25	1.76	0.045
Pipe collegamento2	1.52	0.3	2.53	0.043
Pipe collegamento1	0.94	0.19	1	0.045
Pipe NT-CH-2	1.99	0.4	4.49	0.045

Network Table - Links at 0:00 Hrs				
	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor
Link ID	LPS	m/s	m/km	
Pipe NT-CH-1	4.09	0.52	5.75	0.042
Pipe DC	2.82	0.36	2.73	0.042
Pump Pompa1	5.11	0	-296.14	0
Pump Pompa2	4.54	0	-163.82	0
Pump Pompa3	3.09	0	-170.12	0
Pump Pompa4	4.09	0	-177.51	0
Pump Pompa 5	1.99	0	-133.32	0