

COMUNE DI ALTO MALCANTONE



NUOVO SERBATOIO ROCCOLO 1

PROGETTO DEFINITIVO

CAPO PROGETTO:	soma
PROGETTISTA:	soma
DISEGNATO:	soma
CONTROLLATO:	calu

DATA:	luglio 2021
SCALA:	-
FORMATO:	A4
NOME FILE:	1106-rel101

MODIFICHE:

a)	d)
b)	e)
c)	f)



**LUCCHINI & CANEPA
INGEGNERIA SA**

VIA LUGANETTO 4 - 6962 LUGANO-VIGANELLO
TEL. 091 970 27 77
info@lucchini-canepa.ch
www.lucchini-canepa.ch

Relazione tecnica e preventivo di spesa

DOCUMENTO NO : MOD.

1106 - 123

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
1.1. INCARICO	2
1.2. BASI LEGALI E DIRETTIVE	2
1.3. BASI DI PROGETTAZIONE	3
2. SITUAZIONE ATTUALE	4
2.1. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO.....	4
2.2. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E ZONE DI PRESSIONE.....	5
3. POPOLAZIONE ATTUALE E SCENARI DEMOGRAFICI.....	7
4. BILANCIO IDRICO.....	10
4.1. CONSUMI DI PROGETTO	10
4.2. FONTI COMUNALI	11
4.3. APPROVVIGIONAMENTO CONSORTILE.....	12
5. CALCOLO IDRAULICO DELLA RETE	13
5.1. CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE UTILIZZATO (MIKE URBAN)	13
5.2. CRITERI DI VERIFICA E DI PROGETTAZIONE	14
5.3. VALUTAZIONI IN CASO DI INCENDIO	16
5.4. DIMENSIONAMENTO DEL SERBATOIO	16
5.5. SIMULAZIONI EFFETTUATE.....	18
6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	19
6.1. OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE	19
6.2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E SCELTE PROGETTUALI.....	19
6.3. SCREENING DEGLI INTERVENTI	20
6.4. INTERVENTO 1 – NUOVO SERBATOIO ROCCOLO	23
6.5. INTERVENTO 2 – COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BRENO	31
6.6. INTERVENTO 3 – COLLEGAMENTO ALLA RETE DI FESCOGGIA	34
6.7. INTERVENTO 4 – POTENZIAMENTO RETE PASSANTE PER FESCOGGIA	36
6.8. INTERVENTO 5 – COLLEGAMENTO ALLA RETE DI VEZIO E DISMISSIONE LOT.	38
6.9. TELEGESTIONE	40
6.10. ALTRE SOTTOSTRUTTURE	43
6.11. ALLACCIAMENTI PRIVATI	43
6.12. RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI	43
7. DISSODAMENTI.....	45
8. PREVENTIVO DI SPESA.....	46
9. SUSSIDIABILITÀ DEGLI INTERVENTI E RISCATTI CAIM.....	49

1. INTRODUZIONE

1.1. INCARICO

Il Municipio di Alto Malcantone ha incaricato lo scrivente studio di ingegneria di elaborare il progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo serbatoio comunale in località Roccolo di Breno e di tutte le opere complementari (rif. Delibera RM 1691/2020).

L'obiettivo è quello di razionalizzare gli impianti dell'acqua potabile per le sezioni di Breno, Fescoggia e Vezio, proponendo appunto un unico serbatoio di servizio al posto dei tre distinti manufatti che attualmente servono le frazioni e che necessiterebbero di un risanamento globale.

La soluzione proposta deve essere in grado di soddisfare sia le esigenze attuali che quelle future, calcolate mediante stima dell'evoluzione degli utenti allacciati alla rete idrica. Il tutto deve essere inoltre adatto per essere integrato nel concetto di sviluppo dell'approvvigionamento consortile, in accordo con quanto stabilito dal PCAI-MAL.

Il progetto è basato sullo studio di fattibilità allestito sempre dalla Lucchini & Canepa Ingegneria SA nel marzo 2020 ed approvato formalmente dalla SPAAS (Ufficio della Protezione delle Acque e dell'Approvvigionamento Idrico) in data 27 luglio 2020.

1.2. BASI LEGALI E DIRETTIVE

- Legge federale sulla Protezione delle Acqua (LPAc), 1991.
- Legge di Applicazione della Legge federale contro l'Inquinamento delle Acque (LALIA), 1971.
- Legge federale sulle derrate alimentari (Lderr), 2014.
- Ordinanza sulle derrate alimentari (Oderr), 2016.
- Ordinanza del DFI sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD), 2016.
- Direttive SVGW W4, W5 e W6.

1.3. BASI DI PROGETTAZIONE

Come basi per la progettazione sono stati consultati i seguenti documenti:

- Modello digitale del terreno fornito dalle autorità cantonali (volo aerofotogrammetrico con rilievo a maglia 2 x 2 m in coordinate MN95).
- Mappe catastali ufficiali in coordinate MN95 delle frazioni di Breno, Fescoggia e Vezio.
- Piano corografico cantonale.
- Piano Regolatore di Breno.
- Piano Regolatore di Fescoggia.
- Piano Regolatore di Vezio.
- Planimetria e schema idraulico dell'acquedotto CAIM.
- Piano Cantonale di Approvvigionamento Idrico del Malcantone (PCAI-MAL) del 2018.
- Studio di fattibilità "*Nuovo serbatoio Breno e opere collaterali*", redatto dalla Lucchini & Canepa Ingegneria SA nel 2020.
- Progetto definitivo "*Interventi lungo la strada cantonale a Fescoggia – Adeguamento e rinnovo delle infrastrutture sotterranee*", sviluppato da CCR studio di ingegneria Sagl.
- Progetto definitivo di ampliamento/potenziamento della rete elettrica lungo la strada cantonale di Fescoggia, promosso dalle AIL SA nel 2018.

2. SITUAZIONE ATTUALE

La rete acquedottistica di Alto Malcantone risulta, in prima analisi, piuttosto segmentata e suddivisa in più zone di pressione situate a quote disparate.

2.1. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO

La principale fonte di approvvigionamento delle frazioni di Breno, Fescoggia e Vezio è costituita dall'acqua in arrivo dalle sorgenti Mattarone e Tossighera, poste sul monte Gradiccioli e di proprietà del CAIM (Consorzio di Approvvigionamento Idrico del Malcantone). L'acqua, dopo essere passata per la camera situata a Piantagione (1'030 m.s.m.), viene convogliata nella camera di ripartizione Löt situata a monte dell'abitato di Fescoggia alla quota di 960 m.s.m.. Da qui, l'acqua viene poi redistribuita in tre diverse direzioni, a seconda della regolazione con cui è impostata la camera Löt (metodo proporzionale), ovvero:

- Alimentazione del serbatoio Roncaccio di Vezio (70 m³ situato alla quota di 850 m.s.m.), mediante condotta in HDPE DN90.
- Alimentazione del serbatoio Fescoggia (77 m³ situato a quota 915 m.s.m.) tramite condotta in HDPE DN125.
- Alimentazione del serbatoio Roccolo di Breno (100 m³ situato a quota 885 m.s.m.) tramite una condotta consortile in HDPE DN90. In tale tubazione viene trasportata sia l'acqua diretta all'invaso di Breno sia l'acqua che prosegue in direzione Miglieglia. La ripartizione avviene all'interno di una camera di ripartizione recentemente realizzata subito a monte del serbatoio comunale.

A Fescoggia è situata una sorgente di proprietà comunale che è stata messa fuori servizio.

All'interno del serbatoio di Breno, invece, sono convogliate anche 5 sorgenti comunali, ossia:

- Sorgenti Crecc e Valgiö, raccolte in una camera situata a 922 m.s.m. e poi indirizzate direttamente al serbatoio Roccolo.
- Sorgenti Monga1, Monga 2 e Guggione. storicamente arsenicate, raccolte in una camera situata a 860 m.s.m. per poi essere trattate in un vicino impianto di dearsenificazione e, in ultimo, essere introdotte nel serbatoio.

2.2. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE E ZONE DI PRESSIONE

Nello schema idraulico della situazione attuale, riportato nel piano 1106-003, sono illustrati i principali impianti per l'approvvigionamento idrico delle sezioni di Breno, Fescoggia e Vezio.

Attualmente vi sono sette diverse zone di pressione:

- La sezione di Vezio è collegata al serbatoio Roncaccio (850 m.s.m.) ed è divisa in due distinte zone di pressione:
 - Vezio Paese, da 800 a 750 m.s.m.
 - Caroggio Ponte, da 690 a 670 m.s.m., collegata alla zona sovrastante tramite un riduttore di pressione.

- La sezione di Fescoggia è servita dall'omonimo serbatoio (915 m.s.m.) ed è divisa in due distinte zone di pressione:
 - Fescoggia Paese, da 860 a 820 m.s.m.
 - Valegion, da 820 a 770 m.s.m., collegata alla zona superiore mediante un riduttore di pressione.

- La sezione di Breno è collegata al serbatoio Roccolo (855 m.s.m.) ed è, a sua volta, divisa in 3 zone di pressione:
 - Breno paese, da 800 a 750 m.s.m.
 - Redavra, da 725 a 700 m.s.m., collegata a Breno paese da un riduttore di pressione.
 - Ponte di Vello, da 670 a 610 m.s.m. collegata a Breno paese da un riduttore di pressione.

Nella seguente pagina si riporta uno stralcio del documento 1106-103 in cui è raffigurato lo schema idraulico che riassume quanto appena descritto.

SITUAZIONE ATTUALE

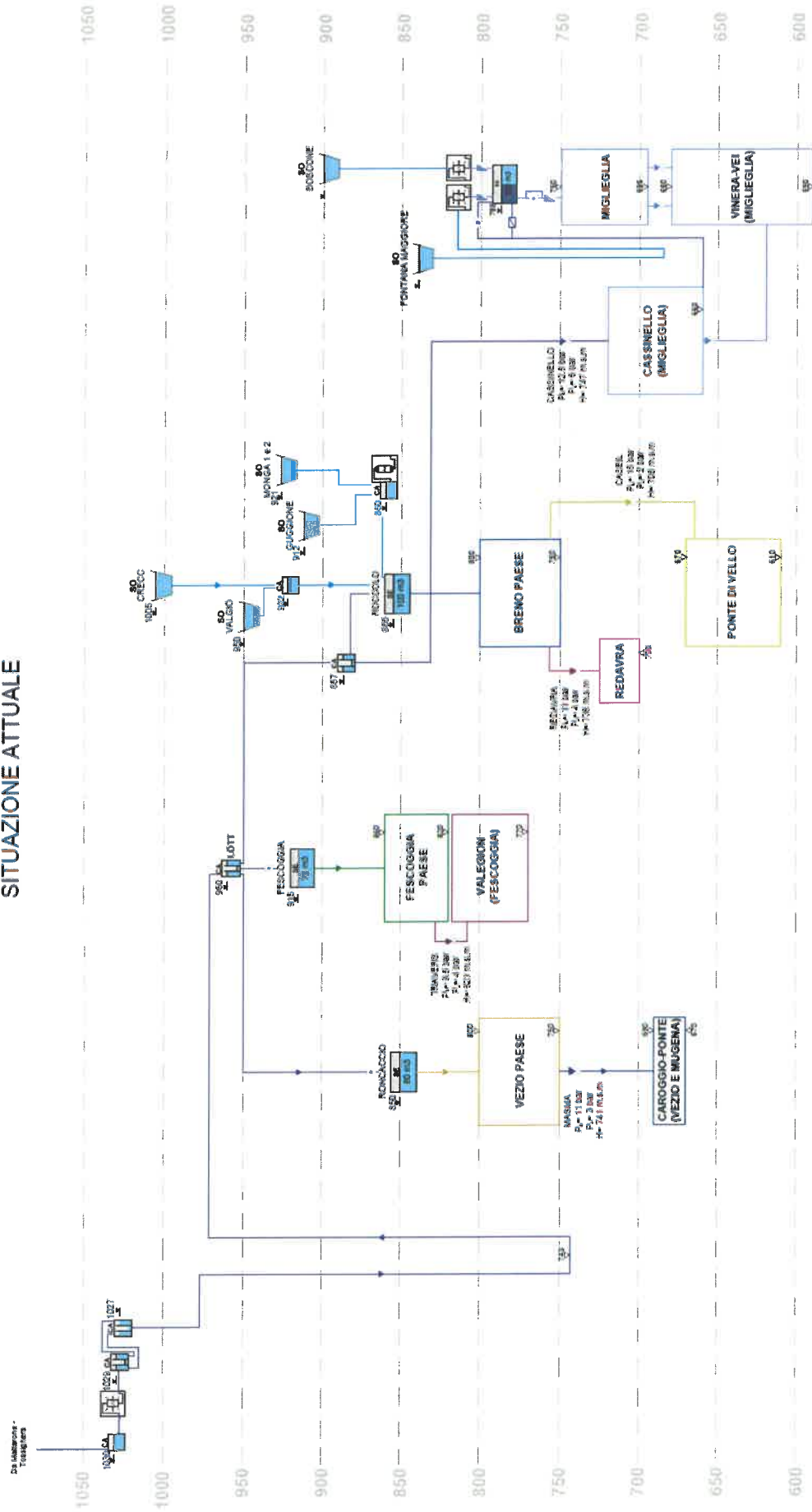


Figura 1 - Schema idraulico dello stato attuale

3. POPOLAZIONE ATTUALE E SCENARI DEMOGRAFICI

La corretta pianificazione delle infrastrutture idriche presenti sul territorio (soprattutto per quanto concerne la definizione del volume dei serbatoi di compenso) è basata sulla conoscenza delle utenze allacciate alla rete pubblica di servizio e di quelle potenzialmente allacciabili negli anni futuri; il tutto in funzione dello sviluppo demografico previsto dagli strumenti urbanistici. A tal proposito, è stato svolto l'aggiornamento del calcolo degli abitanti equivalenti serviti dalla rete pubblica di Breno, Fescoggia e Vezio, adeguando le proiezioni a quelle contenute nel PCAI e, soprattutto, riferendosi allo scenario di sviluppo demografico massimo (saturazione del Piano Regolatore).

In primo luogo, è stata effettuata l'analisi sull'evoluzione demografica della popolazione residente censita annualmente dagli Annuari Statistici Ticinesi (pubblicazioni scaricabili on-line) considerando:

- Dal 1850 al 2004 l'andamento demografico di ogni singola frazione (Breno, Fescoggia e Vezio) in quanto ancora amministrativamente indipendenti.
- Dal 2005 al 2019, a seguito dell'accorpamento in un unico comune, l'evoluzione della popolazione dell'intero Alto Malcantone, ricavando in modo proporzionale la popolazione residente di ogni singola frazione.

Di seguito si riporta il grafico restituito dall'analisi sopra descritta, che consente di visualizzare in modo chiaro e preciso l'andamento demografico delle tre frazioni che saranno servite dal futuro serbatoio.

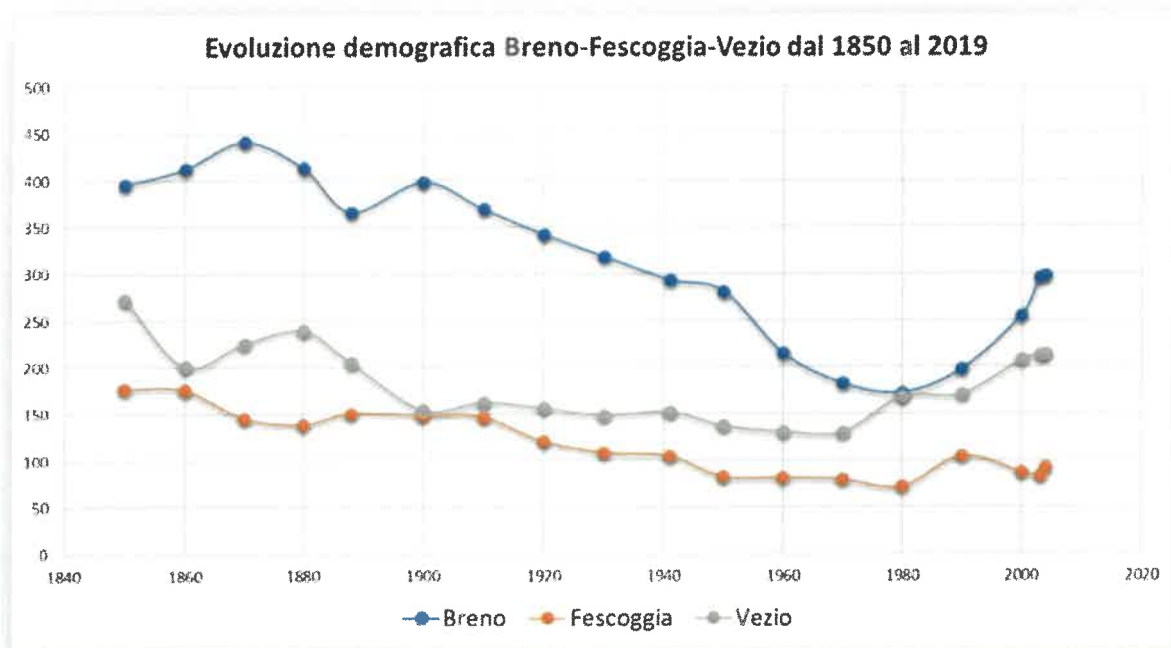


Figura 2 - Evoluzione popolazione residente permanente nei comuni di Breno, Fescoggia e Vezio tra il 1850 e il 2019

Dal precedente grafico si evince che, a partire dal 1980 circa, i tre comuni hanno assistito ad una crescita demografica piuttosto netta, invertendo il trend negativo che aveva caratterizzato i decenni precedenti. E' pertanto lecito attendersi, anche per i prossimi anni, un aumento della popolazione residente a Breno, Fescoggia e Vezio.

La mancanza di dati attendibili in merito a posti lavoro e posti turismo suggerisce di procedere al calcolo degli abitanti equivalenti andando ad incrociare i risultati dell'analisi precedentemente descritta con quanto già contenuto nel PCAI-MAL.

Infatti, applicando il trend di crescita ricavato nell'analisi demografica ai valori degli abitanti equivalenti contenuti nel PCAI, è possibile ottenere una stima verosimile delle utenze che saranno allacciate alla rete idrica negli anni futuri.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti che descrivono la stima degli abitati equivalenti all'anno corrente (ipotizzato 2020) ed in proiezione futura (2030, 2040 e 2050).

ANNO	ALTO MALCANTONE	BRENO	FESCOGGIA	VEZIO
2020	2332	576	179	411
2030	2601	642	199	458
2040	2785	688	213	491
2050	3010	743	231	531

Figura 3 - Sviluppo AE nelle tre frazioni fino all'anno 2050

La stima proposta risulta essere tendenzialmente cautelativa, in quanto restituisce un numero di utenze allacciate probabilmente eccessivo in funzione della reale evoluzione demografica delle tre frazioni. Ciò nonostante, considerando le notevoli incertezze legate ai volumi di acqua disponibili (andamento delle portate sorgive in funzione dei periodi dell'anno e delle condizioni atmosferiche), i risultati ottenuti consentono una progettazione delle opere in oggetto efficiente e capace di fronteggiare anche sviluppi demografici massimi (saturazione del PR).

4. BILANCIO IDRICO

4.1. CONSUMI DI PROGETTO

In accordo con il PCAI-MAL, sono stati assunti i seguenti valori di progetto per l'allestimento del bilancio idrico:

- Fabbisogno giornaliero medio pro capite: q-med = **250** l/g AE
- Fabbisogno giornaliero massimo pro capite: q-max = **450** l/g AE

I risultati in termini di fabbisogno futuro giornaliero medio (**Q-med**) e fabbisogno futuro giornaliero nel giorno di massimo consumo (**Q-max**) di ogni sezione sono stati calcolati a partire dal numero di abitanti equivalenti AE presentati nella precedente *Figura 3*.

I risultati riassunti nelle seguenti tabelle costituiscono la base di partenza per il dimensionamento delle infrastrutture di progetto (serbatoio, condotte) come verrà illustrato nei capitoli successivi.

CONSUMI MEDI GIORNALIERI (m³/d)				
ANNO	ALTO MALCANTONE			
	BRENO	FESCOGGIA	VEZIO	TOTALE BRENO, FESCOGGIA E VEZIO
2020	144	45	103	292
2030	161	50	115	325
2040	172	53	123	348
2050	186	58	133	376

Figura 4 - Previsioni di consumo medio giornaliero Q-med per le singole frazioni

CONSUMI MASSIMI GIORNALIERI (m³/d)				
ANNO	ALTO MALCANTONE			
	BRENO	FESCOGGIA	VEZIO	TOTALE BRENO, FESCOGGIA E VEZIO
2020	259	81	185	525
2030	289	90	206	585
2040	310	96	221	626
2050	334	104	239	677

Figura 5 - Previsioni di consumo massimo giornaliero Q-max per le singole frazioni

4.2. FONTI COMUNALI

Le utenze di Breno, Fescoggia e Vezio potranno essere, in primo luogo, approvvigionate sfruttando le sorgenti comunali di Breno, già descritte nel precedente capitolo 2.1, che forniscono i seguenti quantitativi idrici.

SORGENTE	QUOTA (m.s.m.)	FRAZIONE	Qmed (l/min)	Qmed (m³/d)	Qmin (l/min)	Qmin (m³/d)
<i>Crecc</i>	1'050	Breno	43	62	5	7
<i>Valigiö</i>	950	Breno	58	84	7	10
<i>Monga 1</i>	921	Breno	93	134	18	26
<i>Monga 2</i>	921	Breno	93	134	18	26
<i>Guggione</i>	912	Breno	78	112	36	52
TOTALE PRODUZIONE			365	526	84	121
FABBISOGNI 2050				376		677
ESUBERO-DEFICIT				149		-556

Figura 6 - Elenco delle sorgenti comunali di Breno e bilancio riferito ai consumi 2050

Dalla precedente tabella si evince come le sole sorgenti comunali non riescano a sopperire al fabbisogno idrico delle utenze di Breno, Fescoggia e Vezio. Infatti, sebbene con portate medie e consumi giornalieri medi le sorgenti sembrano in grado di garantire

un'adeguata riserva idrica, in condizioni di massimo consumo e minima portata la situazione peggiora drasticamente, con deficit giornalieri stimati superiori a 500 m³.

4.3. APPROVVIGIONAMENTO CONSORTILE

Oltre alle sorgenti comunali elencate nel precedente paragrafo, l'approvvigionamento idrico è garantito anche dall'apporto di acqua consortile (CAIM) proveniente dalle sorgenti situate sul monte Gradiccioli (sorgenti Mattarone e Tossighera).

Attualmente, l'acqua proveniente dal CAIM è utilizzata per approvvigionare tutte le utenze di Fescoggia e Vezio, in quanto prive di fonti comunali, e le utenze di Breno nel caso in cui le sorgenti comunali non riescano a soddisfare il fabbisogno.

La portata massima fornibile dal CAIM si attesta circa a 8 l/s (rif. Progetto di massima CAIM del 2017), quantitativo che riesca abbondantemente a coprire il deficit di portata indicato nel precedente paragrafo, ossia:

- Volume massimo giornaliero prelevabile dal CAIM = ca. 691 m³/d
- Massimo deficit per Breno, Fescoggia e Vezio (2050) = ca. 556 m³/d

5. CALCOLO IDRAULICO DELLA RETE

Il primo step progettuale compiuto è stato quello di effettuare una simulazione idraulica della rete allo stato attuale, necessario per evidenziare eventuali insufficienze pregresse della rete e per individuare possibili interventi migliorativi.

Riferendosi alla planimetria della situazione esistente (vedi piano n°1106-102), è stato elaborato un modello di calcolo della rete di adduzione e di distribuzione di Breno, Fescoggia e Vezio, utilizzando un apposito software di calcolo idraulico.

5.1. CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE UTILIZZATO (MIKE URBAN)

Lo studio idraulico della rete è stato eseguito mediante l'allestimento di un modello di calcolo matematico tramite il software Mike Urban Water Distribution, sviluppato dal Danish Hydraulic Institute (DHI), istituto di ricerca e software-house danese le cui attività coprono i diversi campi del mondo idraulico e che vanta un'esperienza ultradecennale nello sviluppo della modellistica numerica delle acque.

Il software presenta il vantaggio di essere completamente sviluppato ed integrato in ambiente GIS, il che risulta molto utile per l'inserimento dei dati di base del modello e per la visualizzazione dei risultati.

Per quanto concerne la procedura di calcolo utilizzata, il software adotta il motore di calcolo EPANET, sviluppato dalla Water Supply and Water Resources Division del Natural Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development del U.S. Environmental Protection Agency.

Esso è il codice di calcolo maggiormente utilizzato per le verifiche idrauliche di reti in pressione, e presenta le seguenti caratteristiche:

- Permette di definire il comportamento idraulico nelle reti in pressione per periodi di tempo estesi ed in corrispondenza di singoli eventi.
- Consente di lavorare "schematizzando" la rete in un sistema elementare composto da tubi, nodi, pompe, valvole e serbatoi.
- Calcola la portata in ogni tubo, la pressione ad ogni nodo, l'altezza d'acqua in ogni serbatoio durante il periodo di simulazione, con la possibilità di utilizzare più intervalli di tempo.

- Consente una semplice e veloce rappresentazione della rete e dei risultati utilizzando scale di colori per una più immediata comprensione dei risultati.
- Permette di calcolare le perdite di carico mediante l'utilizzo delle equazioni di Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning.
- Consente il calcolo delle perdite di carico concentrate dovute a curve, restringimenti, raccordi, ecc....
- Modellizza apparecchi elettromeccanici come le pompe simulando funzionamento a velocità della girante costante o variabile.

Per ulteriori approfondimenti in merito al motore di calcolo utilizzato si rimanda all'allegato A.

5.2. CRITERI DI VERIFICA E DI PROGETTAZIONE

I criteri di giudizio utilizzati per la verifica e la conseguente progettazione sono:

- Pressioni di esercizio sulla rete di distribuzione.
- Perdite di carico sui singoli tratti di rete.

Per garantire un esercizio equilibrato della rete di distribuzione non si dovrebbe scendere sotto un carico minimo di esercizio pari a 2 bar (ovvero 20 metri di colonna d'acqua) e le oscillazioni della pressione dovrebbero situarsi all'interno di una fascia di ± 1 bar, così da limitare l'affaticamento delle tubazioni che costituiscono la rete.

In caso di incendio, la pressione di esercizio misurata nel punto dove avviene la presa dell'acqua (normalmente sulla bocchetta dell'idrante) non deve scendere sotto 3.5 bar, mentre nelle restanti zone di approvvigionamento il carico minimo da garantire deve essere sempre pari al almeno 2 bar.

Per l'alimentazione delle autopompe utilizzate dal corpo pompieri, invece, è sufficiente una pressione di esercizio di 2 bar.

La tabella seguente riassume i principali criteri di valutazione utilizzati per la verifica della rete di condotte in pressione.

Grado di utilizzo della condotta	Velocità del flusso [m/s]	Perdita di carico relativa [m WS/km = ‰]
basso	0 – 0.5	0 – 5
medio	0.5 – 1.0	5 – 10
elevato (<i>eccessivamente elevato</i>)	1.0 – 2.0	10 – 20

Figura 7 - Criteri di valutazione usati per la verifica delle reti in pressione

Qualora si dovesse fronteggiare una situazione di incendio, possono essere tollerate velocità del flusso in rete sino a 3 m/s.

Nella seguente raffigurazione sono, invece, schematizzati i principali scenari di funzionamento di una rete di distribuzione, con l'individuazione della linea dei carichi totali (pressione statica) e le linee piezometriche che si instaurano a seconda delle condizioni di esercizio (approvvigionamento a gravità e pompaggio in rete).

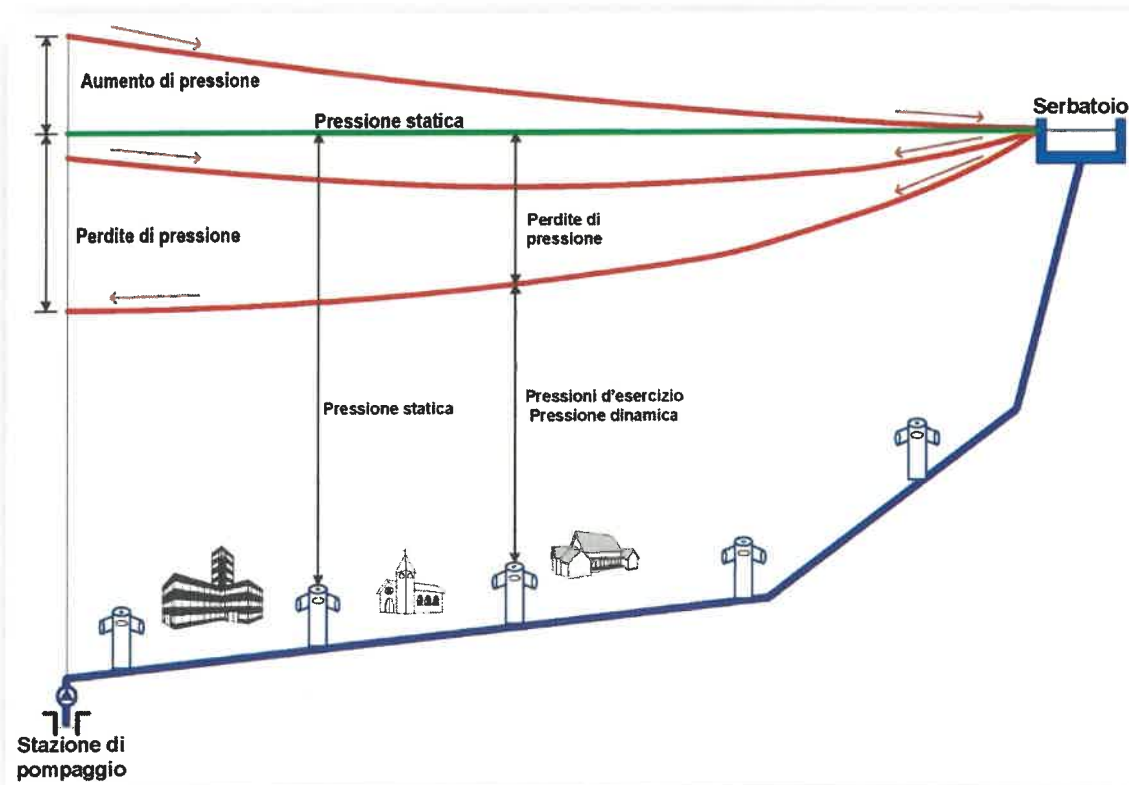


Figura 8 - Possibili scenari di funzionamento di una rete di distribuzione

5.3. VALUTAZIONI IN CASO DI INCENDIO

La rete di distribuzione deve anche assolvere alla funzione di trasporto dell'acqua destinata alla lotta contro gli incendi. Le condotte che costituiscono la rete devono essere dimensionate in modo da poter garantire, anche in caso di incendio, le condizioni minime di pressione richieste dalla normativa (3.5 bar in prossimità del punto di erogazione e 2 bar in tutti gli altri punti della rete).

Le quantità di acqua destinate alla lotta contro gli incendi sono definite dalle direttive dell'associazione dei vigili del fuoco (FKS CSSP CSP – Direttiva per il rifornimento di acqua per lo spegnimento) e dalle norme SSIGA. Per le frazioni di Breno, Fescoggia e Vezio tali quantitativi sono:

- per i territori fuori zona edificabile: portata minima 12.5 l/s;
- per i piccoli agglomerati di edifici civili, nuclei storici senza zone di espansione: portata minima 12.5 l/s;
- per le zone residenziali: portata minima 25 l/s;

La simulazione per la verifica della rete antincendio è stata effettuata considerando un consumo medio nella rete.

5.4. DIMENSIONAMENTO DEL SERBATOIO

Il volume del nuovo serbatoio è stato calcolato in funzione del tipo di approvvigionamento e sulla base delle considerazioni espresse nei paragrafi precedenti in merito a consumi e fonti di approvvigionamento disponibili.

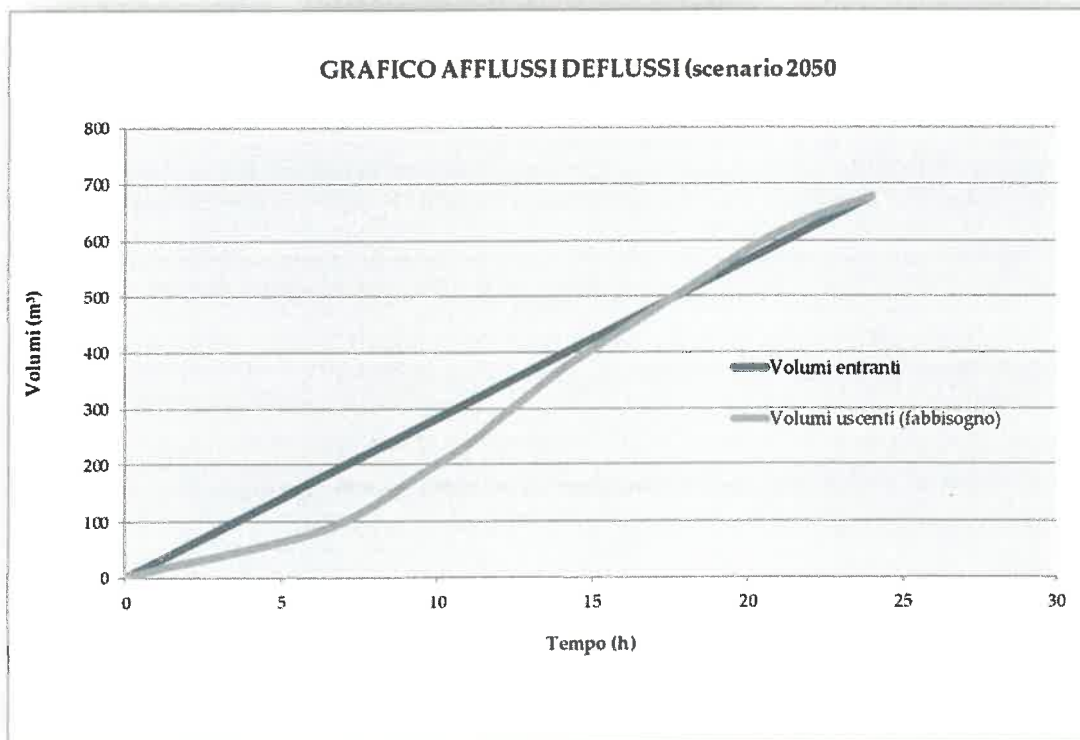
Il calcolo della capacità di un serbatoio è normalmente valutato in accordo ai compiti che il manufatto dovrà assolvere, ovvero:

- la funzione di compenso giornaliero (V_c), necessaria per "ammortizzare" le oscillazioni di domanda idrica che si verificano nell'arco di una giornata (ipotizzata di massimo consumo), in funzione dei quantitativi idrici entranti (portata sorgenti ipotizzate nel periodo di minimo apporto).

Il volume di compenso V_c viene valutato sulla base del grafico afflussi-deflussi, in funzione del tipo di approvvigionamento.

- La funzione di riserva antincendio (Vi) per la lotta agli incendi; il necessario Volume Vi è prescritto nella norma SSIGA W5 e dalla “Direttiva per il rifornimento di acqua per lo spegnimento”, FKS CSSP CSP del 2019, che attribuisce ad ogni serbatoio una classe di rischio in funzione della presenza o meno, nella zona servita, di zone industriali o artigianali, oltre al tipo di zona residenziale. Per le sezioni di Breno, Fescoggia e Vezio, caratterizzate dalla presenza di zone residenziali, il volume antincendio assunto per il dimensionamento risulta è pari a 150 m³ (Area (paese) con edifici a bassa densità abitativa)).
- La riserva di esercizio Vr, normalmente valutata pari al 10% della richiesta media delle utenze (ossia durante un giorno di consumo medio). Questo volume è utilizzato in caso di rotture o di interventi manutentivi sulla rete di adduzione e deve garantire l’apporto minimo di acqua durante il tempo necessario per ultimare i lavori e ripristinare il servizio ordinario.

V compenso	119 m ³	Villaggio, zona residenziale
V incendio	150 m ³	
V riserva	38 m ³	
V totale	269 m ³	



VOLUME FINALE SERBATOIO → **300 m³**

Il grafico riportato nella precedente pagina mostra le portate entranti ed uscenti nel giorno di massimo consumo riferito all'anno 2050. La differenza massima riscontrabile tra volumi entranti ed uscenti determina la volumetria di compenso idonea per il manufatto. A tale valore, occorre aggiungere il volume maggiore tra quello destinato a riserva antincendio e quello di riserva.

5.5. SIMULAZIONI EFFETTUATE

Le simulazioni effettuate sono state due, ovvero:

- Verifica della rete attuale e individuazione delle criticità preesistenti.
- Dimensionamento delle nuove opere previste a progetto.

I risultati delle predette simulazioni sono consultabili nei piani 1106-102 (stato attuale) e 1106-104 (stato di progetto).

Per quanto concerne lo stato di progetto, il dimensionamento delle condotte è stato fatto a partire dalla situazione antincendio, in presenza contemporanea dei consumi medi Q-med. Questa situazione è stata assunta come determinante per il conseguente dimensionamento della rete.

Il piano allegato 1106-104 riassume il risultato della simulazione, riportando:

- Tracciato indicativo delle nuove condotte e diametro interno.
- Posizione e volume nuovo serbatoio.
- Posizione e regolazione dei riduttori di pressione.

6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

6.1. OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE

Gli obiettivi cardine che hanno determinato la necessità di costruire un nuovo serbatoio unico per le tre sezioni di Breno, Fescoggia e Vezio sono:

- Assicurare un volume sufficiente per coprire le nuove esigenze legate all'aumento della popolazione e più in generale al miglioramento della qualità della vita.
- Pianificare uno sviluppo delle infrastrutture atto a garantire la corretta erogazione alle utenze anche in caso di guasto in un punto qualsiasi della rete, mediante adozione di schemi ad anello.
- Accentrare il più possibile la fonte di approvvigionamento favorendo lo sviluppo di infrastrutture di valenza intercomunale, in modo da diminuire i costi di gestione e di controllo della qualità.

La progettazione si rivelerà efficace solo se seguita dall'adozione di tutti quegli accorgimenti che consentiranno di promuovere un uso parsimonioso dell'acqua.

La posa dei contatori presso l'utenza e all'uscita del serbatoio rappresenta un prerequisito indispensabile per il raggiungimento di questo scopo, oltre che per il rilevamento di eventuali perdite occulte in rete.

Infine, l'implementazione di un moderno sistema di telegestione può contribuire in modo importante al raggiungimento di questi obiettivi, semplificando la gestione degli acquedotti.

6.2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E SCELTE PROGETTUALI

Il presente progetto propone di costruire un nuovo serbatoio a servizio delle tre sezioni di Breno, Fescoggia e Vezio, situato nella zona denominata Roccolo di Breno, ad un'altitudine pari a 895 m.s.m. (vedi piano n°1106-104). Si ritiene che questa posizione sia nettamente migliore rispetto a quella inizialmente prevista in fase di conferimento dello studio di fattibilità, ovvero al posto dell'attuale camera di ripartizione Löt, sia dal punto di vista tecnico/idraulico che economico.

La posizione scelta, infatti, consente di perseguire i seguenti vantaggi rispetto a quella prospettata in precedenza:

- La quota di 895 m.s.m consente di ridurre il numero di riduttori di pressione presenti in rete, rispetto a quelli che necessiterebbero qualora si realizzasse il serbatoio in zona Löt, situata a 960 m.s.m.. Nello specifico, posizionando il serbatoio in zona Roccolo di Breno si ottimizzerebbe lo schema idraulico, evitando di inserire tre riduttori di pressione a servizio delle diverse frazioni con i conseguenti problemi di regolazione.
- Soddisfacimento dei requisiti antincendio conservando quasi completamente le attuali condotte CAIM. Infatti, posizionando il serbatoio in zona Löt, sarebbe necessario potenziare le condotte di distribuzione che dal serbatoio conducono alle reti di Breno, Fescoggia e Vezio.
- Si riuscirebbe a convogliare tutta l'acqua in arrivo dalle sorgenti di Breno all'interno del nuovo serbatoio, con possibilità di distribuirla in tutte e tre le sezioni (scenario non attuabile con posizionamento del serbatoio in zona Löt). Inoltre, qualora le sorgenti comunali di Breno dovessero fornire un quantitativo di acqua in esubero rispetto alle richieste delle utenze, questa potrebbe essere indirizzata ed utilizzata più a valle, verso Migliaglia, evitando di attivare i pompaggi contenendo, quindi, i costi di erogazione del servizio idrico consortile.

6.3. SCREENING DEGLI INTERVENTI

Il progetto è composto da più interventi, costruttivamente indipendenti, che, una volta realizzati, consentiranno di approvvigionare nel modo corretto le utenze delle frazioni di Breno, Fescoggia e Vezio. Tali interventi sono:

- Intervento 1
 - realizzazione di un nuovo serbatoio di compenso per l'acqua potabile, costituito da elementi prefabbricati in HDPE, della volumetria complessiva di 300 m³, ad un'altitudine pari a 895 m.s.m. e comprensivo di impianti di trattamento UV.
 - Ricollocamento dell'impianto di dearsenificazione esistente poco a monte del nuovo serbatoio per il trattamento delle sorgenti Monga 1, Monga 2 e Guggione.

- Installazione camera di raccolta sorgenti a valle del dearsenificatore in cui saranno recapitate anche le sorgenti Crecc e Valgiö.
- Intervento 2
 - Posa di una nuova condotta, su sedime boschivo, nel tratto compreso tra il nuovo serbatoio e la camera di rottura esistente situata a monte del serbatoio Roccolo attuale.
 - Realizzazione di una camera alla quota di 800 m.s.m., nei pressi del lavatoio di Breno, contenente un nuovo riduttore di pressione atto a regolare la pressione in uscita verso la rete di distribuzione di Breno.
 - Potenziamento della condotta comunale attualmente in servizio nel tratto che compreso tra il nuovo riduttore e la rete di distribuzione di Breno.
 - Dismissione dell'attuale serbatoio di compenso comunale di Breno
- Intervento 3
 - Posa di una nuova condotta di collegamento tra il nuovo serbatoio e la rete di distribuzione di Fescoggia, con limite d'opera situato nei pressi della fermata Bus al centro del paese sulla strada cantonale.
 - Posa di portacavi per allacciamento alla rete elettrica ed alla rete Swisscom.
 - Messa fuori servizio dell'attuale serbatoio comunale di Fescoggia.
- Intervento 4
 - Potenziamento della rete di distribuzione di distribuzione di Fescoggia e prolungamento della stessa sino all'estremità nordorientale del nucleo.
- Intervento 5:
 - Collegamento tra la rete di distribuzione di Fescoggia e la rete di Vezio, con limite d'opera situato nei pressi della Chiesa San Bartolomeo di Vezio.
 - Realizzazione di una camera alla quota di 795 m.s.m., nei pressi della fermata bus collocata in ingresso all'abitato di Vezio, contenente un nuovo riduttore di pressione atto a regolare la pressione in uscita verso la rete di distribuzione.
 - Messa fuori servizio del serbatoio comunale di Vezio (SE Roncaccio).

- Esecuzione di by-pass presso la camera Löt e conseguente dismissione della camera stessa.

Di seguito si riporto uno stralcio dello schema idraulico restituito per lo stato di progetto.

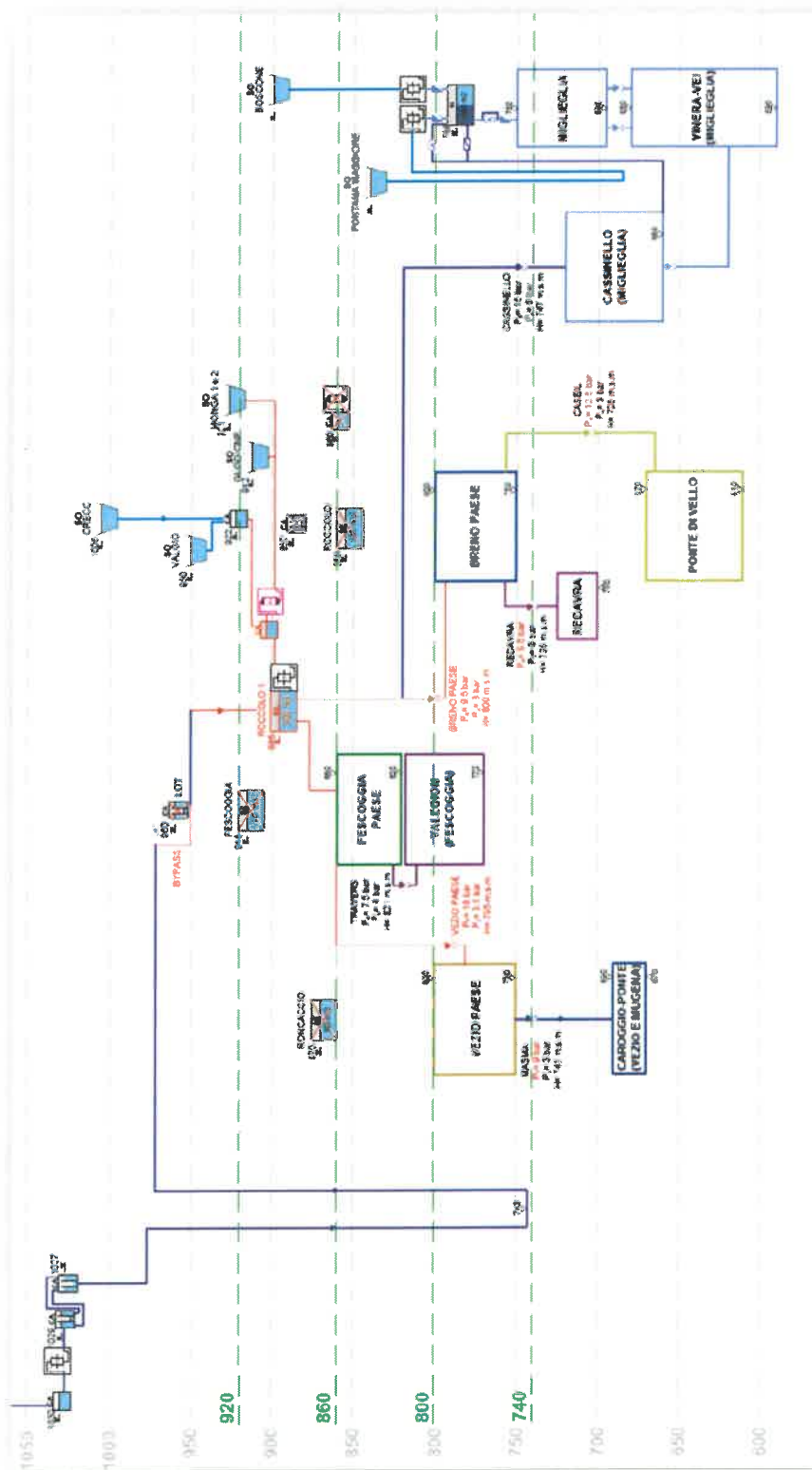


Figura 9 - Schema idraulico stato di progetto

6.4. INTERVENTO 1 – NUOVO SERBATOIO ROCCOLO

Il progetto, come già ampiamente citato, prevede la realizzazione di un nuovo serbatoio di accumulo per l'acqua potabile in località "Roccolo" di Breno, capace di servire le utenze di Breno, Fescoggia e Vezio e di garantire la massima efficienza alla rete di distribuzione ad esso sottesa.

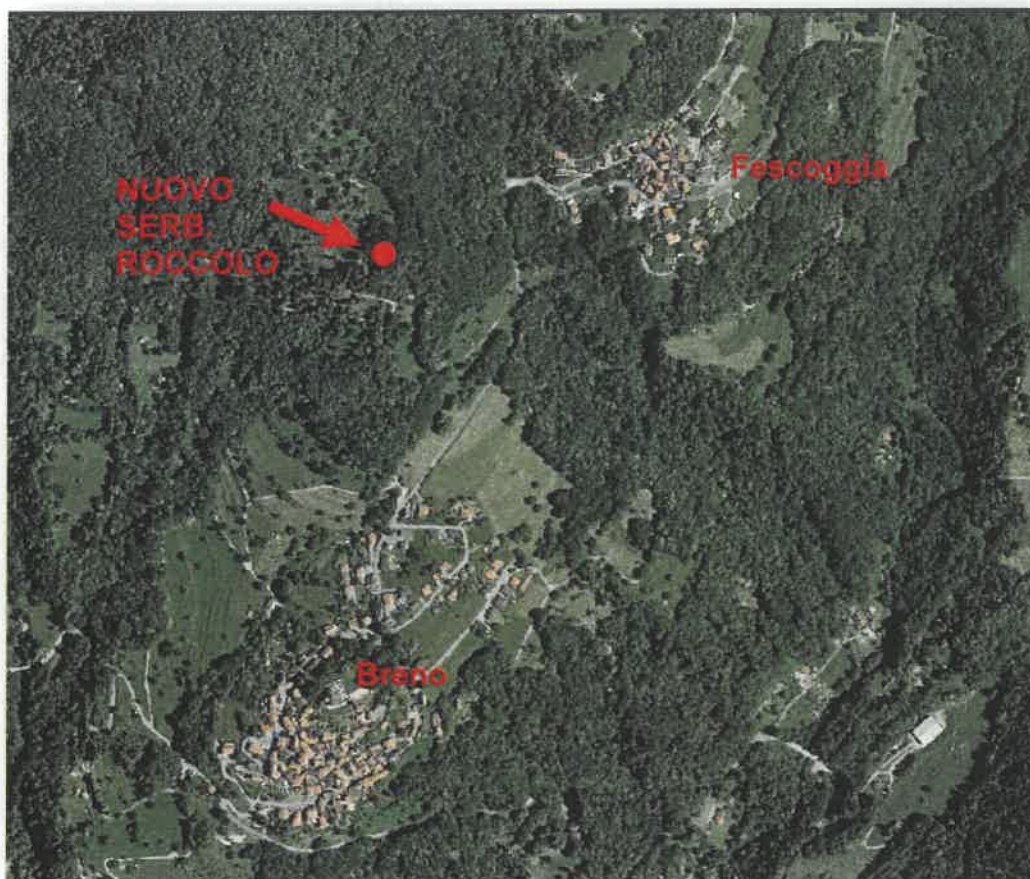


Figura 10 - Individuazione della posizione del nuovo Serbatoio Roccolo su base ortofotografica

Il nuovo invaso sarà costituito da una serie di manufatti modulari prefabbricati monolitici in HDPE a doppia parete, del diametro interno pari a 3000 mm, assemblati in modo da ottenere una "doppia T", in cui le canne più lunghe saranno quelle destinate all'accumulo dell'acqua potabile, e la canna più corta, ortogonale alle altre due, rappresenta la camera di manovra asciutta, ovvero lo spazio destinato ad accogliere le armature idrauliche, il trattamento UV e gli armadi elettrici. Di seguito, si riporta uno spaccato assonometrico rappresentativo dell'opera una volta assemblata.

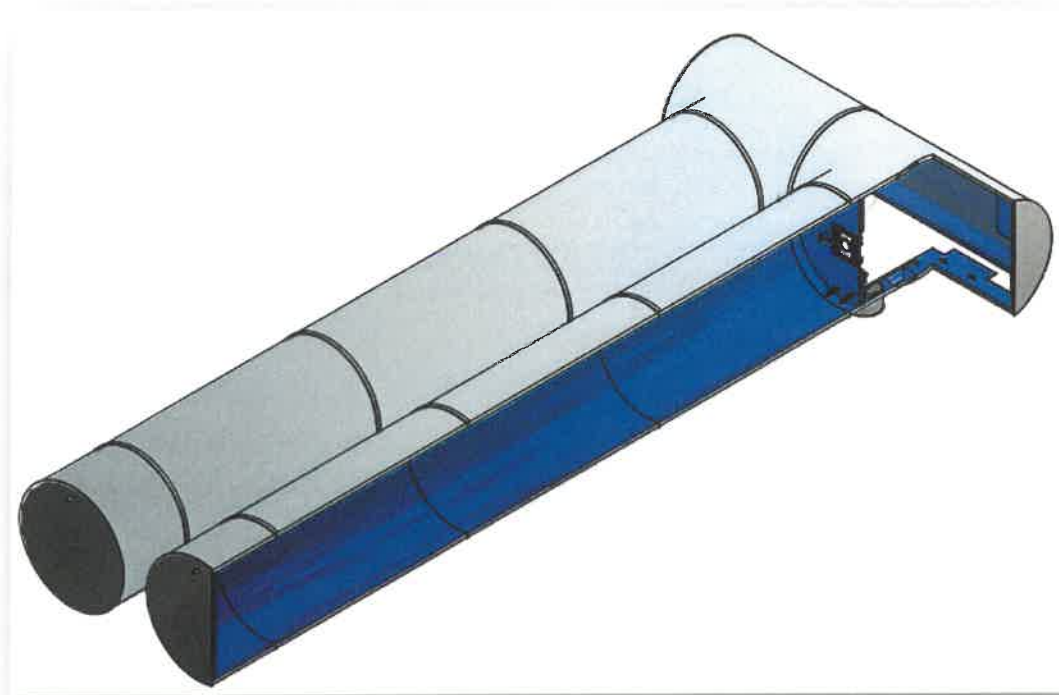


Figura 11 - Assonometria del nuovo serbatoio "Roccolo"

Il volume di invaso complessivo sarà pari a 150 m³ per ciascuna canna, per un totale di 300 m³ (a fronte dei 267 m³ dati dalla somma dei serbatoi attuali).

A monte del manufatto verranno posizionati:

- Il filtro per il trattamento dell'arsenico attualmente situato nei pressi del serbatoio di Breno, da inserire all'interno della cabina già in servizio (vedi fotografia a pagina seguente). Il progetto prevede anche la realizzazione di circa 130 m di nuova condotta in HDPE PE100 PN10 DN90, necessaria per convogliare la portata in arrivo dalle sorgenti Monga 1, Monga 2 e Guggione presso la nuova posizione in cui il filtro è stato ricollocato (vedi piano 1106-106).



Figura 12 - Cabina contenente il filtro arsenico esistente, da ricollocare a monte del nuovo serbatoio

- Una nuova camera di raccolta delle sorgenti all'interno della quale saranno convogliate le acque dearsenificate in uscita dal filtro (relative alle sorgenti Monga 1, 2 e Guggione) e le portate in arrivo dalle sorgenti Crecc e Valgiö. Ovviamente la camera sarà equipaggiata di due ingressi separati, una vasca di calma ed una condotta di uscita dotata di apposito filtro di presa. Il manufatto sarà anch'esso prefabbricato in HDPE, avente diametro pari a 150 cm e dotato di camino per l'accesso dall'alto con chiusino "a fungo", ultrafiltro e chiusura con cilindro "kaba". La camera verrà posizionata ad una quota (appoggio pari a 896.15 m.s.m.) tale da consentire il corretto funzionamento dell'impianto UV situato a valle all'interno della camera asciutta del serbatoio (condizione necessaria per il corretto funzionamento è avere l'impianto UV sempre immerso) e permettere il regolare caricamento delle vasche del nuovo serbatoio in funzione delle perdite di carico prodotte. Nella pagina successiva si riporta lo spaccato assometrico del manufatto previsto.

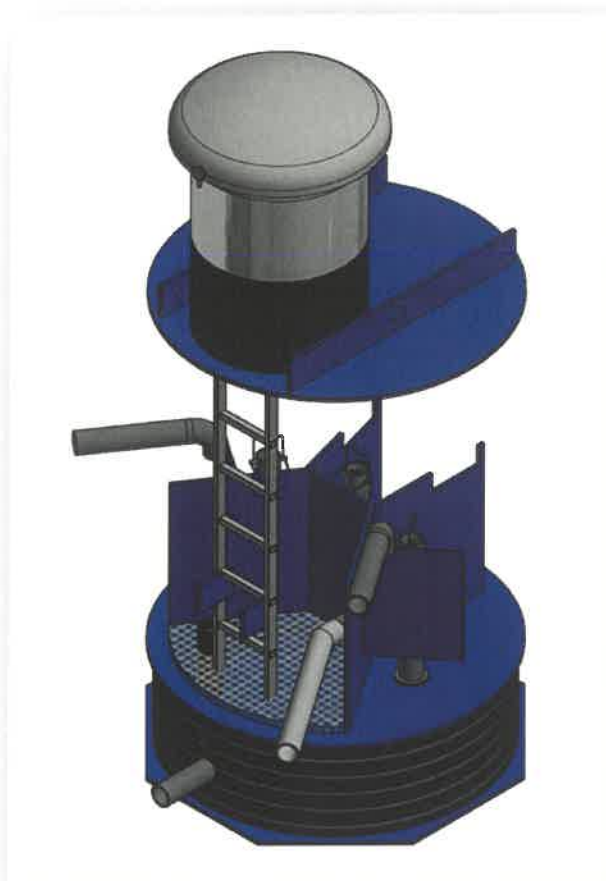


Figura 13 - Spaccato 3D della camera sorgenti prevista a progetto

All'interno del nuovo serbatoio convergeranno, quindi, due condotte di alimentazione: la prima in arrivo dalla camera sorgenti (fonte approvvigionamento comunale) e la seconda in arrivo da Piantagione (fonte di approvvigionamento CAIM). La valvola di regolazione automatica che verrà posizionata sulla condotta CAIM gestirà i cicli di caricamento del serbatoio, privilegiando ovviamente l'utilizzo dell'acqua derivante dalle sorgenti comunali.

All'interno degli involucri l'acqua comunale si miscelerà con quella consortile, facendo assumere valenza intercomunale al nuovo serbatoio.

Le condotte in uscita dal serbatoio saranno due, la prima (comunale) diretta alle reti di distribuzione di Fescoggia e di Vezio, la seconda (consortile CAIM) diretta alle utenze di Breno e, successivamente, al serbatoio di Miglieglia.

Le condotte situate all'interno della camera asciutta saranno tutte in HDPE PN16 e di diametro interno variabile tra 80 mm e 150 mm (vedi spaccato assonometrico riportato nella seguente raffigurazione). Le saracinesche e tutte le valvole che completeranno le armature idrauliche previste nel serbatoio saranno in ghisa sferoidale con attacco flangiato.

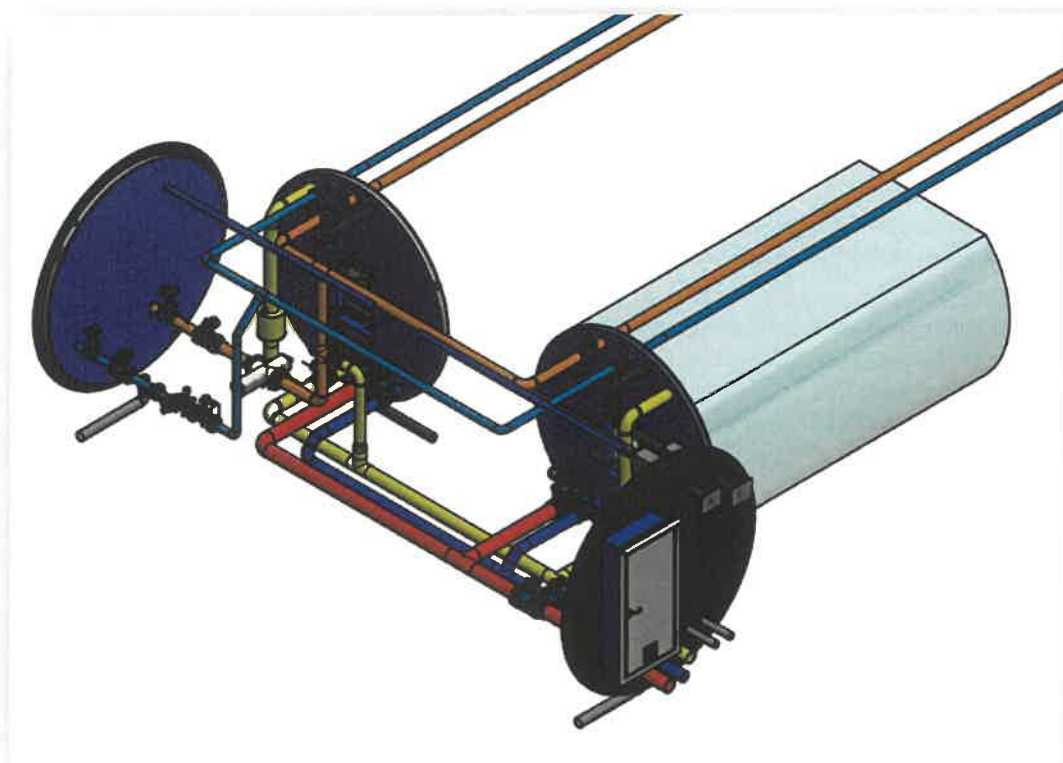


Figura 14 - Spaccato assonometrico della camera asciutta e delle relative armature idrauliche

La porta di accesso alla camera asciutta sarà in acciaio inox di dimensioni pari a 800 x 1800 mm.

All'interno della camera di manovra verrà installato un idoneo impianto di aerazione che utilizza filtri della Mann + Hummel Vokes Air AG modello JKG-W 19/40, in grado di garantire una portata fino a 180 m³/h.

Sarà inoltre installato un impianto di deumidificazione necessario per mantenere una percentuale di umidità relativa tale da non generare fenomeni di condensa sulle tubazioni.

L'impianto di trattamento UV verrà installato sulla condotta in ingresso al serbatoio che giunge dalla camera sorgenti. Esso sarà costituito da un apparecchio UV tipo "Berson Inline+ 200" (vedi seguente raffigurazione), capace di trattare agevolmente le portate in arrivo (portata media pari a 365 l/min). Ovviamente, l'impianto sarà dotato di apposito torbidimetro e di valvola di rigetto al fine di garantire la massima sicurezza ed operatività del sistema.

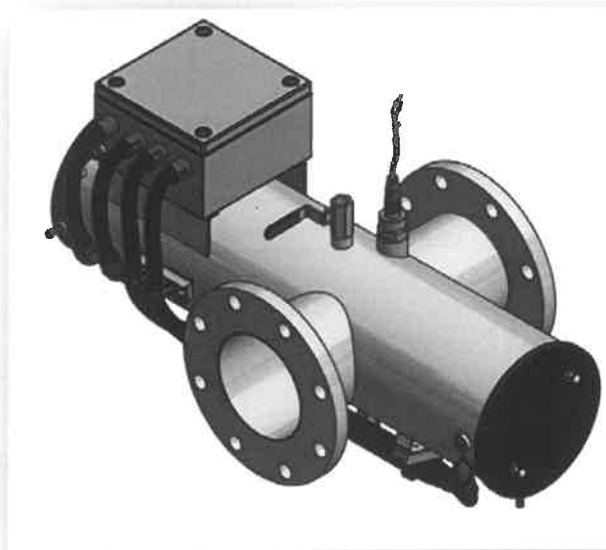


Figura 15 - *Rappresentazione tridimensionale dell'impianto UV pensato per il presente progetto*

La dimensione complessiva, in pianta, del nuovo serbatoio (doppia canna di invaso + camera asciutta per armature idrauliche) sarà pari a 27.22 x 9.04 m e sarà posizionato in una specifica area situata a lato della strada forestale che si sviluppa nei boschi in località Roccolo, alla quota di 895 m.s.m. (riferiti al troppo-pieno).

La quota di appoggio del manufatto sarà, di conseguenza, pari a 891.90 m.s.m.. Dal punto di vista costruttivo, una volta effettuato lo scavo di sbancamento, sarà necessario predisporre una fondazione su cui poggiare il serbatoio, costituita da un sottofondo in misto granulare 0/16 mm, rullato con cilindro ed avente spessore pari ad almeno 35 cm.

A questo punto si provvederà ad adagiare il manufatto sul letto di posa predisposto e si potrà iniziare l'operazione di rinfiacco. Quest'ultimo dovrà essere effettuato a mano almeno fino a metà dell'altezza del serbatoio con misto granulare 0/16. Solo successivamente sarà possibile utilizzare materiale di scavo per completare l'interrimento del bacino.

Nelle seguenti figure si riportano stralci di progetto che descrivono, in planimetria ed in sezione, l'inserimento del manufatto nell'area di progetto.

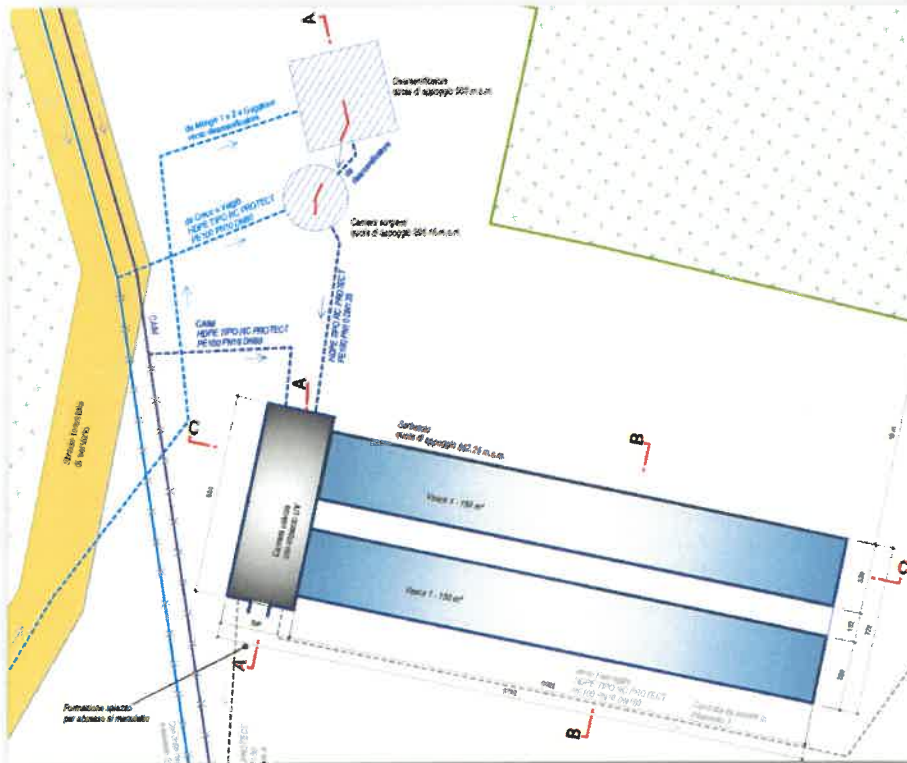


Figura 16 - Stralcio planimetrico delle opere previste in progetto dall'intervento 1

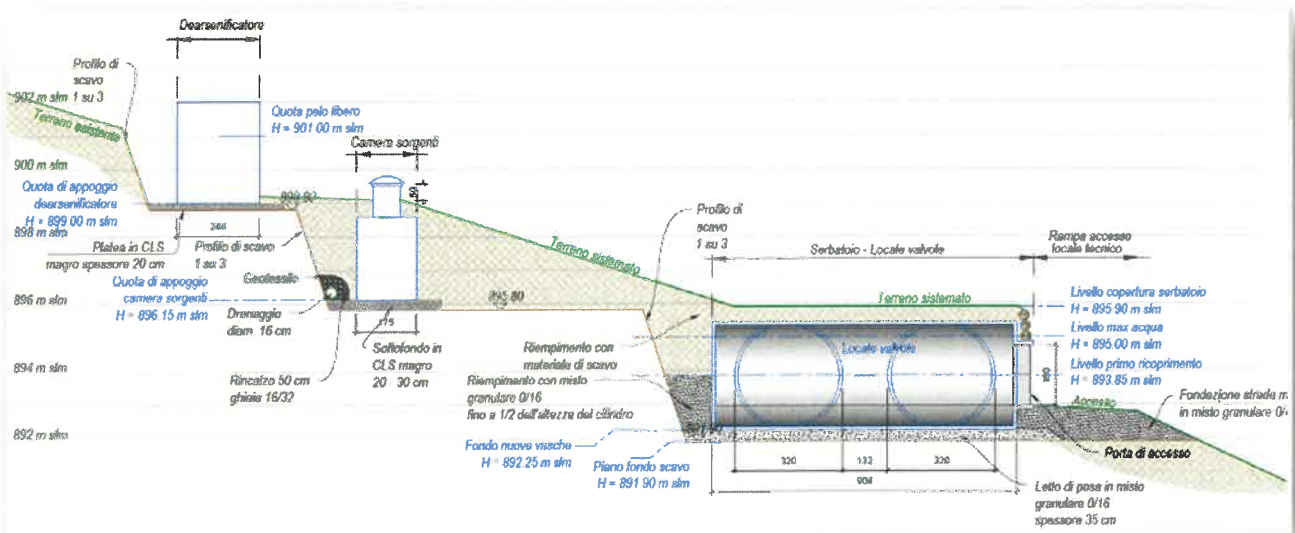


Figura 17 - Sezione longitudinale delle opere di progetto

Il trasporto del manufatto, vista la sua mole e data la posizione difficilmente accessibile dell'area in cui dovrà essere posizionato, verrà gestito mediante elicottero tipo "Kamov", tipicamente utilizzato per trasporti eccezionali.

Si prevedrà, inoltre, l'allacciamento alla rete elettrica ed alla rete Swisscom, in quanto, attualmente, l'area ne è sprovvista. Le condotte porta-cavo saranno in LDPE DN125 e seguiranno lo scavo che si effettuerà per la realizzazione della nuova condotta di distribuzione in uscita dal bacino e diretta Fescoggia (vedi intervento 3 e 4). I punti di allacciamento sono individuati nella seguente rappresentazione planimetrica.

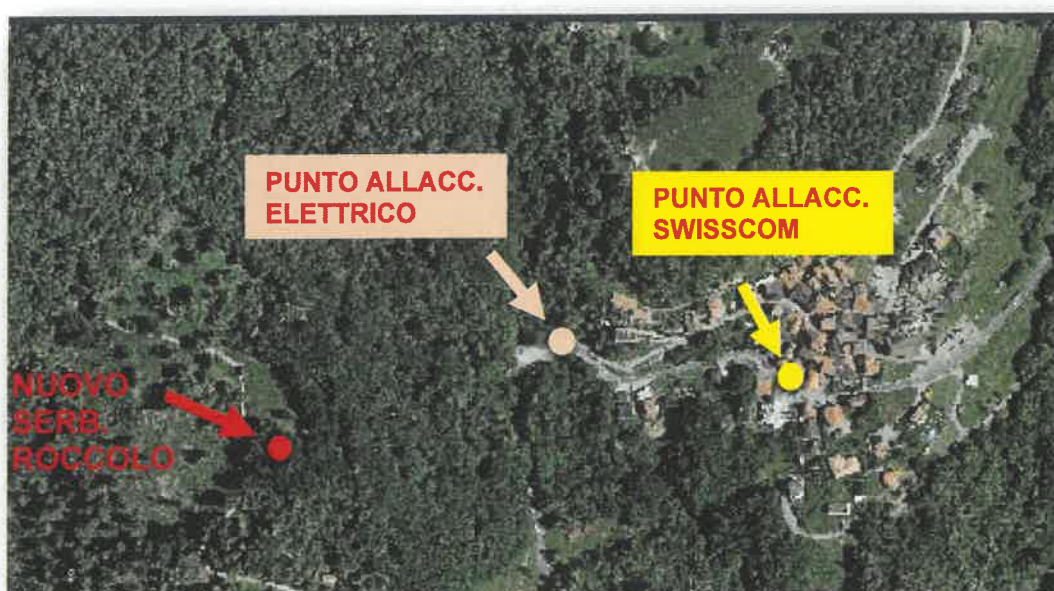


Figura 18 - Individuazione su base ortofoto dei punti di allacciamento alle reti

Si procederà, infine, alla sistemazione dell'area esterna ricavando un'area di manovra limitrofa alla strada forestale, utilizzabile dagli operatori che dovranno, negli anni, effettuare operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

6.5. INTERVENTO 2 – COLLEGAMENTO ALLA RETE DI BRENO

L'intervento 2 è costituito dall'insieme delle lavorazioni necessarie per approvvigionare le utenze di Breno e consentire la prosecuzione dell'acqua in eccesso verso Migliegla.

Nello specifico, in questo intervento si prevede:

- Posa di una nuova condotta in HDPE PE100 PN16 DN160 ($D_i = 125$ mm) tra il nuovo serbatoio Roccolo e la camera di ripartizione presente subito a monte del serbatoio di Breno esistente. La lunghezza complessiva della nuova tubazione sarà pari a 152 m.
- Dismissione della camera di rottura esistente ed allacciamento della nuova condotta alla tubazione recentemente posata (2020) di proprietà CAIM.
- Esecuzione di una nuova camera in c.a., interrata, di dimensioni pari a 3 x 2 m, situata nei pressi del lavatoio di Breno a quota 800 m.s.m.. In essa verrà alloggiato un nuovo riduttore di pressione necessario per regolare le pressioni che si instaureranno nella rete di distribuzione di Breno. Il nuovo riduttore sarà tarato nel seguente modo:
 - $P_{in} = 9.5$ bar.
 - $P_{out} = 4$ bar.

La configurazione impiantistica del nuovo riduttore sarà la seguente:

- Saracinesca flangiata ridotta DN 125/100.
- Valvola di ritegno a sfera DN100.
- Riduttore di pressione tipo Hawle Fig. 1500 DN100.
- Pezzo di smontaggio DN100.
- Pezzo speciale flangiato DN100 con rubinetto per prelievi.
- Saracinesca flangiata ridotta DN125/100.
- Sfiato d'aria.

La suddetta configurazione è meglio descritta nella figura riportata alla pagina successiva.

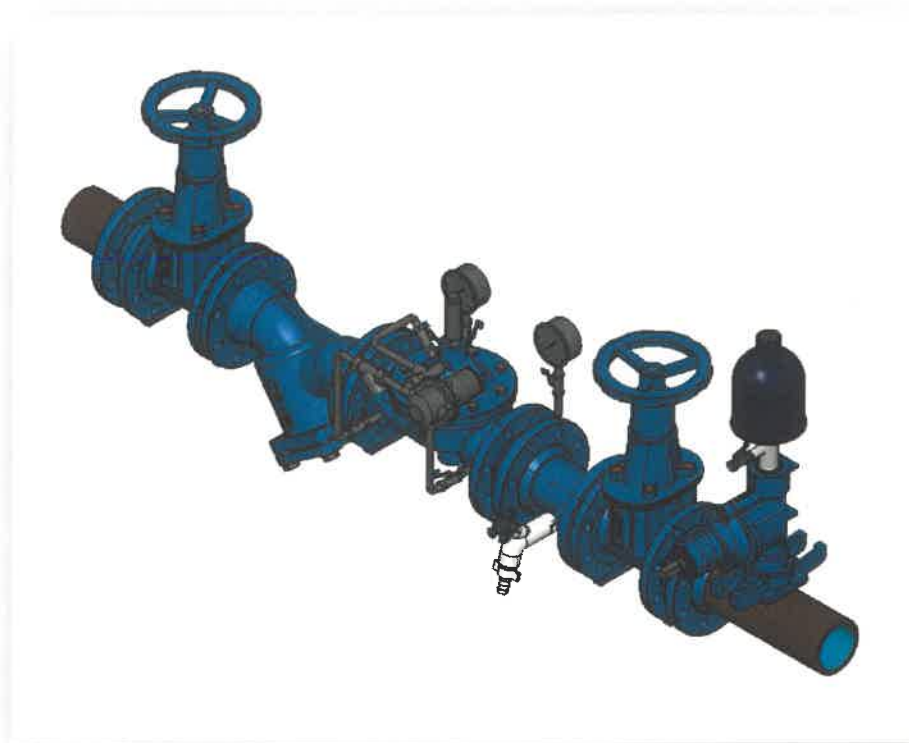


Figura 19 - Configurazione impiantistica all'interno della nuova camera riduttore Breno

- Sostituzione della condotta comunale compresa tra il nuovo riduttore di pressione e via Prada, per un'estesa complessiva pari a 83 m. La condotta utilizzata sarà in HDPE PE100 PN16 DN160 (Di = 125 mm) e si collegherà alla rete comunale di distribuzione in due punti.

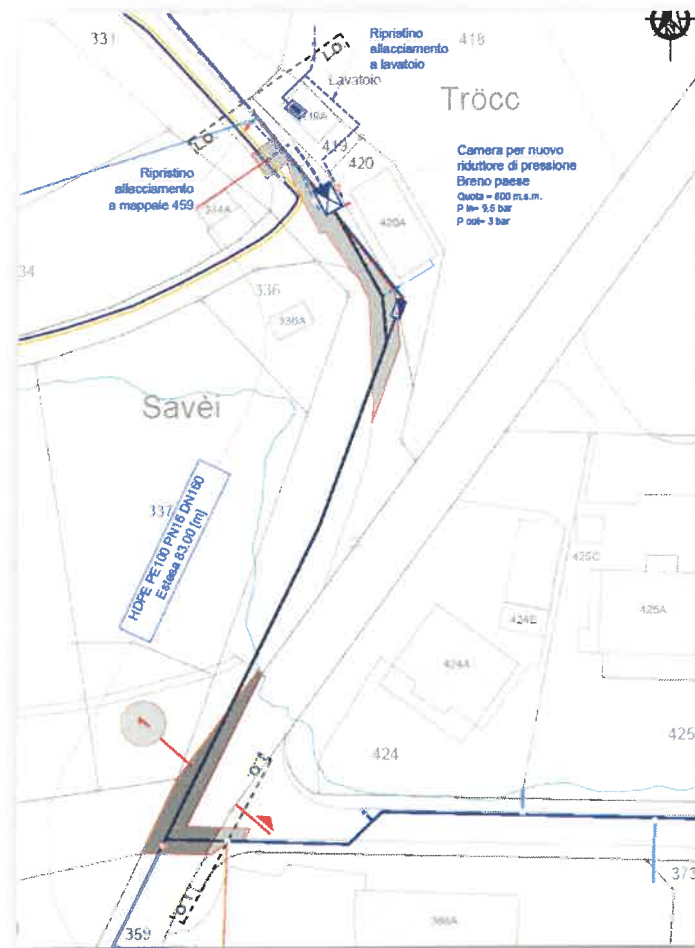


Figura 20 - Stralcio planimetrico con individuata la nuova condotta di allacciamento alla rete di Breno

Una volta completati questi interventi si potrà procedere alla messa fuori servizio del serbatoio comunale di Breno esistente.

6.6. INTERVENTO 3 – COLLEGAMENTO ALLA RETE DI FESCOGGIA

Il presente intervento consiste nella posa di una condotta AP che consente di collegare la rete di distribuzione di Fescoggia al nuovo serbatoio Roccolo.

L'intervento può essere, a sua volta, suddiviso in due sottotratte distinte, ovvero:

- Posa di una condotta in HDPE PE100 PN16 DN200 tra il serbatoio e la cappella votiva di Lourdes, situata in fregio alla strada cantonale immediatamente prima di entrare nell'abitato di Fescoggia, per un'estesa di circa 310 m. Il tracciato si svilupperà quasi completamente su sedime boschivo sul quale dovrà essere effettuato un dissodamento temporaneo (fascia di larghezza 5 m).

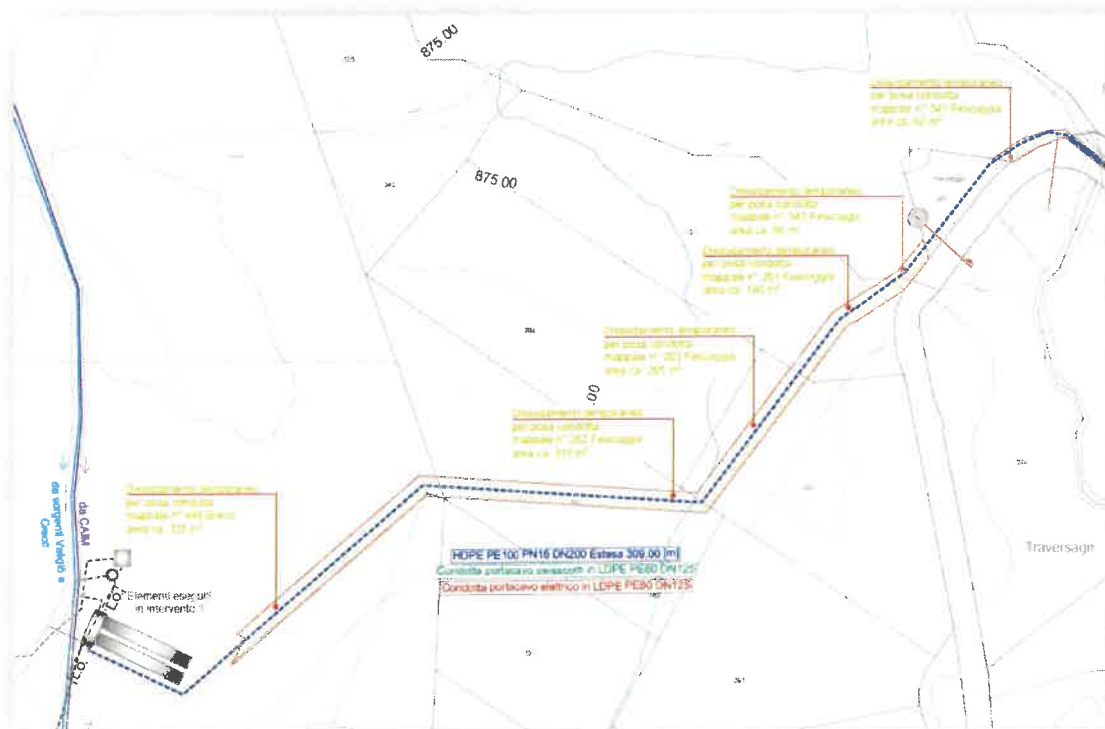


Figura 21 - Stralcio planimetrico con individuato il tracciato su bosco per l'intervento 3

- Posa di una condotta in ghisa sferoidale DN150 ad innesto autostagno, nel tratto compreso tra la cappella votiva di Lourdes e la fermata bus situata dinanzi all'Osteria Bar Giò (lunghezza complessiva pari a 198 m). In questo caso, il tracciato si snoda interamente sulla strada cantonale, motivazione per cui si è scelto di utilizzare tubazioni in ghisa, sicuramente più resistenti e performanti rispetto a quelle in HDPE dal punto di vista meccanico. Sarebbe auspicabile realizzare

questo intervento contestualmente ai lavori di canalizzazione, potenziamento della rete elettrica e rifacimento dell'asfalto previsti nel breve periodo.

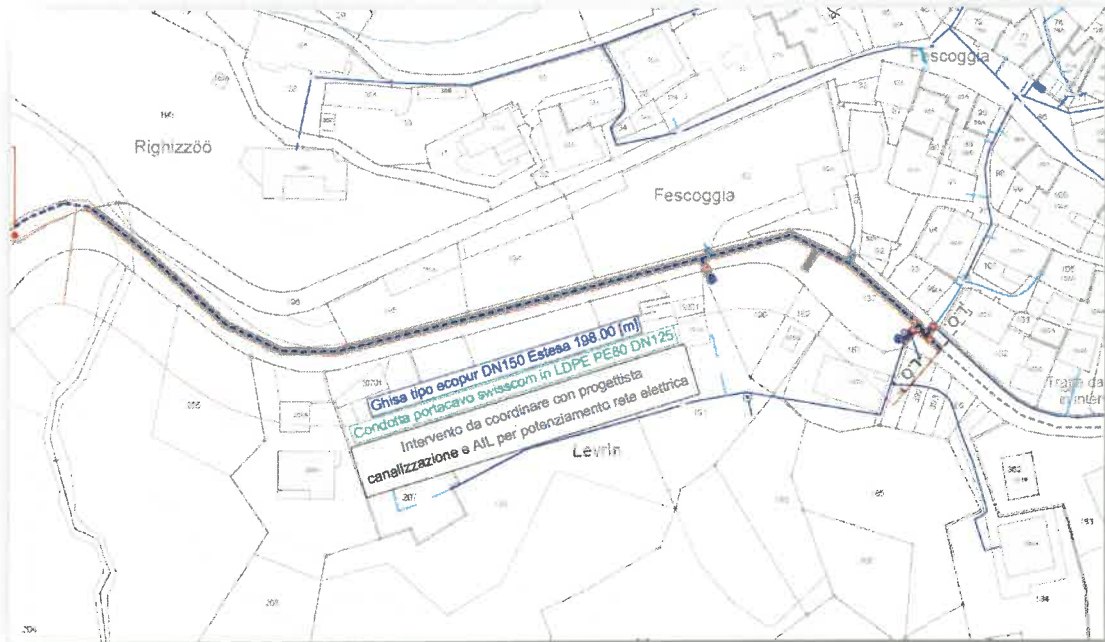


Figura 22 - Stralcio planimetrico con individuato il tracciato su bosco per l'intervento 3

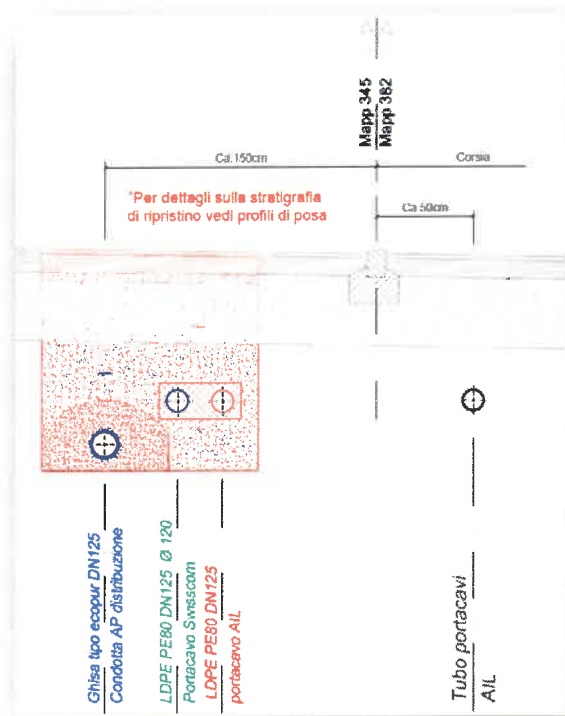


Figura 23 - Sezione tipologica per l'intervento 3 nel tratto su strada cantonale

Come mostrato nella sezione tipologica di pagina precedente, in parallelo alla nuova condotta AP dovranno essere inseriti nello scavo anche i due porta-cavo in LDPE DN125 necessari per poter allacciare il nuovo serbatoio alla rete elettrica (AIL SA) ed alla rete telefonica (Swisscom). I dettagli di posa delle predette condotte sono consultabili nel piano 1106-114.

Al termine del presente intervento sarà possibile procedere con la dismissione del serbatoio di Fescoggia, chiudendo le condotte in arrivo dalla camera Löt e la condotta che collega il serbatoio alla rete di Fescoggia.

6.7. INTERVENTO 4 – POTENZIAMENTO RETE PASSANTE PER FESCOGGIA

Le informazioni attualmente disponibili non permettono di definire la necessità assoluta di potenziare la rete di distribuzione di Fescoggia. Infatti, non conoscendo per buona parte delle condotte esistenti il diametro e lo stato delle tubazioni, non è possibile definire se la rete attuale sia sufficiente o meno a garantire il corretto approvvigionamento idrico a Vezio.

Il presente progetto ha comunque l'obiettivo di proporre interventi tali da ricreare una rete di distribuzione "ad hoc", pertanto si ritiene opportuno inserire il potenziamento delle condotte idriche di Fescoggia all'interno del progetto globale.

Inoltre, così come per l'intervento 3, è anche qui possibile sfruttare delle sinergie con i previsti progetti di rinnovamento delle canalizzazioni, di potenziamento della rete elettrica e di rifacimento del manto stradale sulla cantonale per ottimizzare i costi e ridurre la spesa finale complessiva.

L'intervento può essere a sua volta suddiviso in due sotto fasi:

- Sostituzione della condotta AP esistente lungo la strada cantonale, nel tratto compreso tra la fermata bus dinanzi all'Osteria Bar Giò ed il parcheggio posto al mappale 164 (estesa totale pari a 177 m). Qui si "sfrutteranno" i lavori di potenziamento della rete elettrica previsti dalle AIL SA per posare nella stessa trincea di scavo una tubazione in ghisa sferoidale DN125 ad innesto autostagno che andrà a sostituire la tubazione esistente, ritenuta sottodimensionata e potenzialmente soggetta ad usura (per il tracciato vedi planimetria seguente).

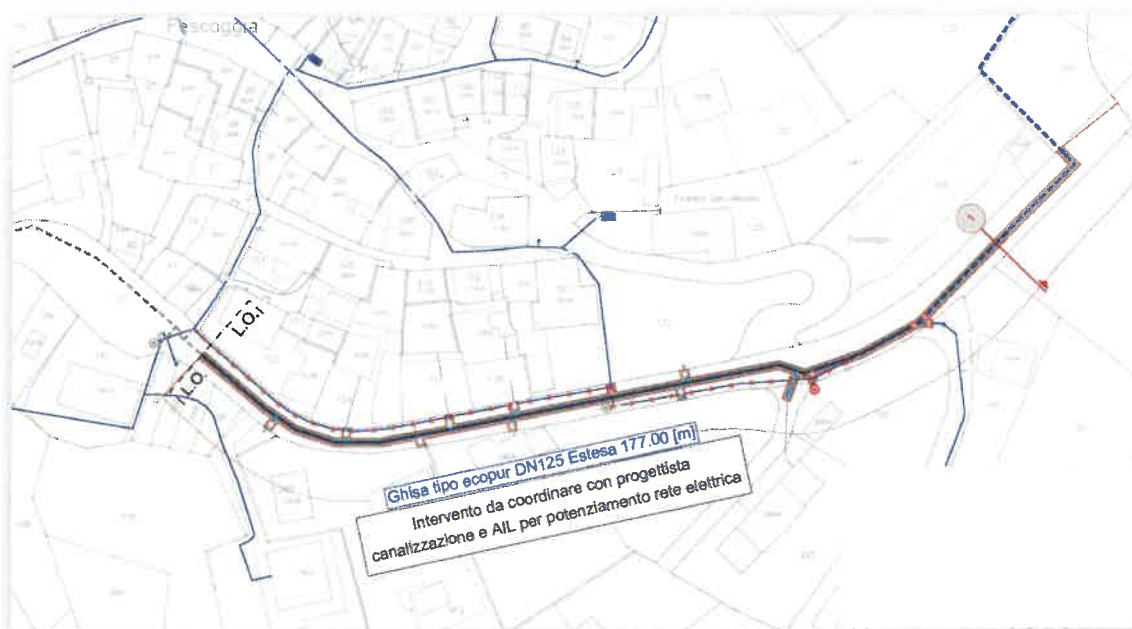


Figura 24 – intervento 4, stralcio planimetrico condotta su strada

- Posa di una nuova condotta che sale dal parcheggio al mappale 164 sino alla strada del nucleo all'altezza del mappale 135 (estesa complessiva pari a 335 m), come mostrato nella planimetria di pagina seguente. Scostandosi dalla strada cantonale, la nuova condotta tornerà ad essere in HDPE PE100 PN16 DN160 e verrà posata nei pressi dei confini di proprietà dei mappali attraversati, così da non compromettere possibili future edificazioni. Infatti, i mappali solcati dalla nuova condotta sono inseriti a PR come zona R2 (zona residenziale semi-estensiva) e la realizzazione di questa opera potrebbe essere l'occasione per realizzare le predisposizioni per allacciare queste particelle anche alla rete di canalizzazioni comunali.

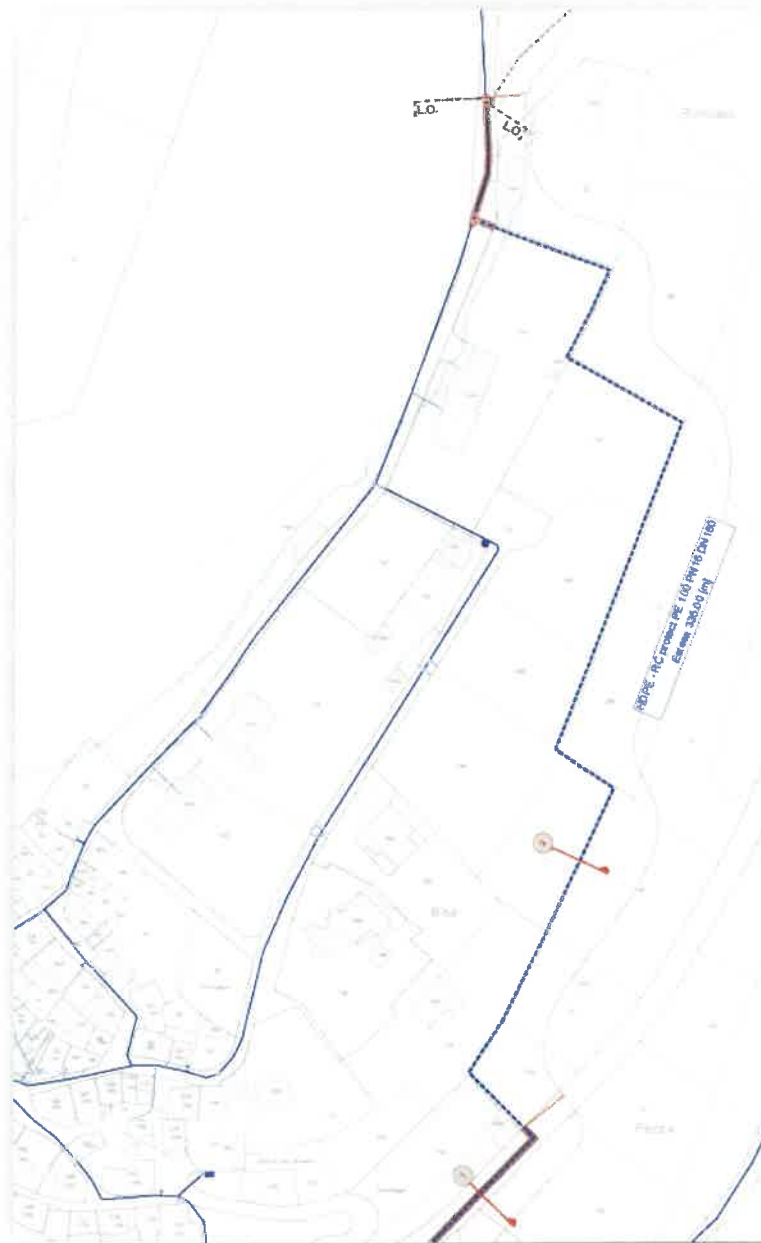


Figura 25 - Intervento 4, tracciato condotta su prato/bosco

6.8. INTERVENTO 5 – COLLEGAMENTO ALLA RETE DI VEZIO E DISMISSIONE LOT

L'ultimo intervento previsto è quello che consentirà di portare acqua alle utenze di Vezio.

Il progetto prevede, come prima opera, la posa di una nuova condotta in HDPE PE100 PN16 DN160 (circa 225 m) lungo il bosco situato tra il limite d'opera con l'intervento 4 e la fermata bus posta sulla strada cantonale all'imbocco di Vezio.

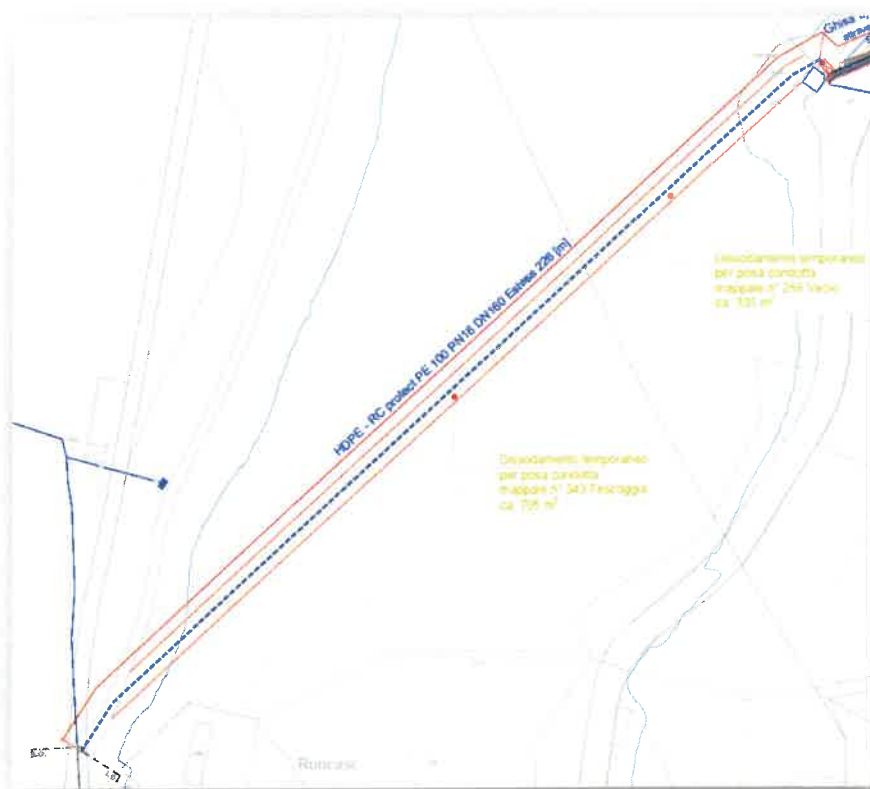


Figura 26 - Planimetria con individuato il tracciato della condotta passante nel bosco (intervento 5)

Qui, proprio a fianco al piccolo serbatoio AP ora dismesso, verrà realizzata una nuova camera in c.a., interrata, dove sarà alloggiato, alla quota di 795 m.s.m., il riduttore di pressione che regolerà la pressione dell'acqua in ingresso nella rete di distribuzione di Vezio ($P_{in} = 10 \text{ bar}$, $P_{out} = 3.5 \text{ bar}$).

Le caratteristiche della suddetta camera interrata saranno le stesse di quelle già descritte per il riduttore di Breno (intervento 2, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti).

Da qui, è prevista la sostituzione della condotta comunale attualmente in servizio, posandone una nuova avente diametro interno pari a 125 mm. L'attraversamento sulla strada cantonale sarà di norma realizzato con una condotta in ghisa DN125, mentre per la restante parte di tracciato, si utilizzerà una tubazione in HDPE PE100 PN16 DN160.

Il limite d'opera di valle è situato nei pressi della Chiesa san Bartolomeo di Vezio, come mostrato nella seguente planimetria.

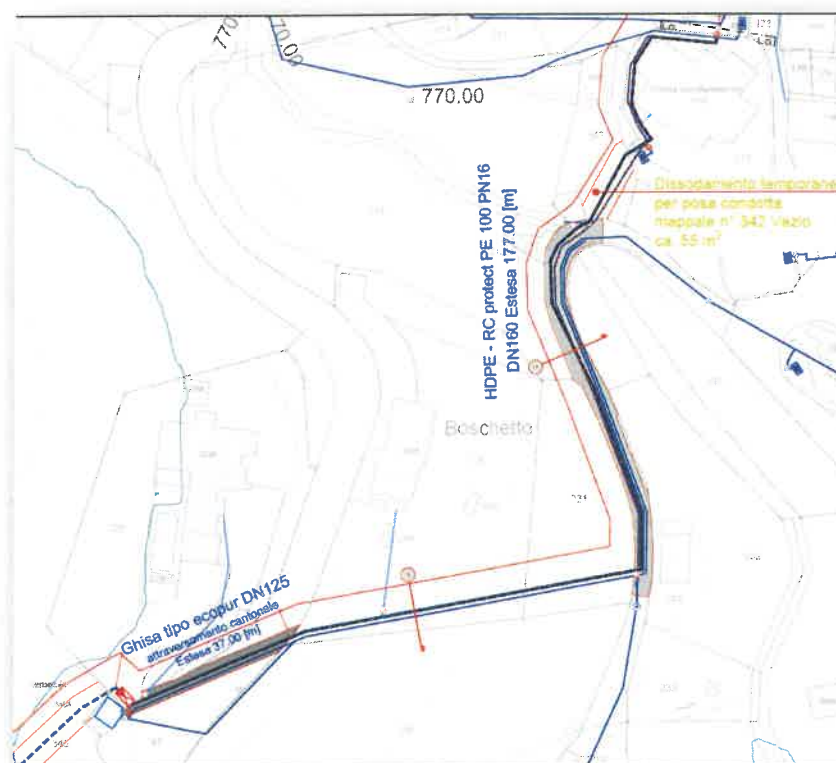


Figura 27 - Intervento 5, sostituzione condotta tra nuovo riduttore e Chiesa di Vezio

Una volta terminati gli interventi descritti sarà possibile dismettere il serbatoio Roncaccio di Vezio, chiudendo la condotta in provenienza dalla camera Löt e la condotta verso Vezio.

Dopo la dismissione del serbatoio Roncaccio, sarà possibile procedere con la dismissione della camera Löt, ormai divenuta inutile. Il by-pass, da realizzarsi con una tubazione in HDPE PE100 PN16 DN125, consentirà di derivare verso il nuovo serbatoio una portata superiore rispetto a quanto avverrebbe mantenendo in servizio il manufatto.

Si ricorda, infine, che sarà necessario continuare a garantire l'approvvigionamento idrico del nucleo patriziale di Fescoggia situato poco a valle della camera Löt, collegando la condotta di derivazione che porta acqua al piccolo serbatoio patriziale direttamente alla condotta consortile.

6.9. TELEGESTIONE

Il nuovo serbatoio Roccolo sarà dotato di un moderno ed efficiente impianto di telegestione.

Il sistema di automazione pensato per il nuovo serbatoio permetterà di gestire in modo dinamico e “smart” la rete acquedottistica, garantendo la massima sicurezza di funzionamento e l'ottimizzazione idraulica ed energetica delle risorse e delle installazioni.

L'impianto di telegestione proposto consentirà, quindi, di registrare tutti i dati caratteristici del serbatoio (portate in entrata, portate in uscita, livelli, consumi, ecc...) e di gestire nel modo più razionale (ed economico!) possibile la nuova infrastruttura, il tutto in modo completamente automatizzato.

Le apparecchiature elettromeccaniche che entreranno nel concetto di automazione saranno:

- Rete di alimentazione:
 - Misuratore di portata posto a valle della camera sorgenti.
 - Torbidimetro
 - Impianto UV
 - 2 valvole motorizzate di rigetto.
 - Misuratore di portata posto sulla condotta CAIM in arrivo da Piantagione.
 - Valvola di regolazione automatica sulla condotta CAIM.

- Rete di distribuzione:
 - Misuratore di portata posto sulla condotta comunale diretta a Fescoggia e Vezio.
 - Misuratore di portata posizionato sulla condotta CAIM diretta a Miglieglia e Breno.
 - Misuratore di portata “Rilos” posto in entrata alla rete di distribuzione di Breno.
 - Misuratore di portata “Rilos” posto in entrata alla rete di distribuzione di Vezio.

- Rete di scarico:
 - Doppia sonda a pressione per la misurazione del livello situata sugli scarichi di fondo.

Di seguito si riporta lo schema di massima che riassume il concetto di telegestione sopra esposto.

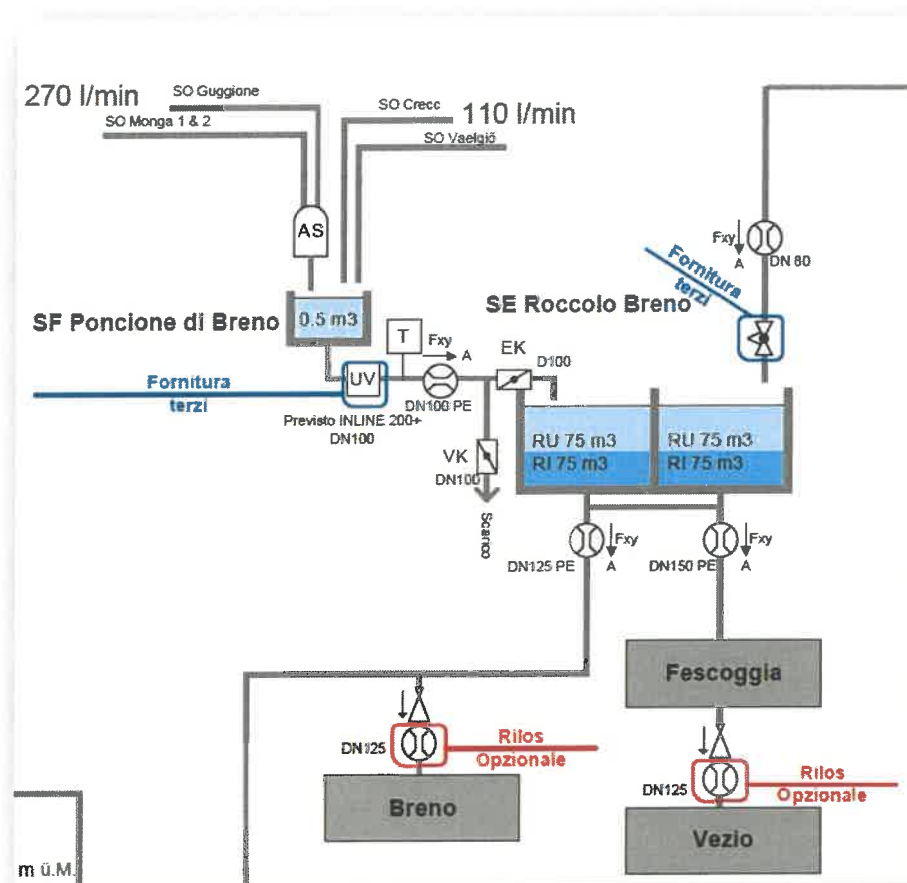


Figura 28 - Schema idraulico concetto di telegestione proposto

Il serbatoio Roccolo, come già precedentemente citato, assumerà valenza intercomunale e verrà, pertanto, classificato come serbatoio consortile. Per questa motivazione, sarà necessario che l'automazione degli oggetti del serbatoio siano integrati all'interno del concetto di telegestione consortile, ovvero inseriti nel progetto "CAIM Cloud OVEST", recentemente sviluppato dall'azienda Rittmeyer AG per conto del CAIM.

Per consentire la comunicazione dei dati e l'attuazione di tutti i processi di automazione previsti, occorrerà fornire il nuovo serbatoio di una connessione internet stabile ed affidabile, realizzabile mediante collegamento e rete fissa telefonica.

6.10. ALTRE SOTTOSTRUTTURE

Durante l'allestimento del presente progetto sono state considerate le potenziali sinergie con altri enti e con imminenti o previsti lavori di sottostruttura che interessano le zone di lavoro.

Dall'analisi è emerso che, durante l'anno 2022, il CMSc intende rinnovare la pavimentazione della strada cantonale nel tratto in cui essa attraversa l'abitato di Fescoggia. Con l'occasione, il Comune di Alto Malcantone eseguirà dei lavori potenziamento sulle canalizzazioni pubbliche e le AIL SA effettueranno il potenziamento delle loro sottostrutture elettriche.

Sarebbe quindi auspicabile sviluppare delle sinergie con i predetti Enti e posare la condotta AP prevista contestualmente ai lavori citati. In questo modo si andrebbero ad ottimizzare notevolmente i costi istituendo delle chiavi di riparto con gli altri committenti e si diminuirebbero sensibilmente anche i disagi legati alle attività di cantiere.

Sarà quindi necessario che, una volta approvato il credito dal legislativo comunale, lo studio di ingegneria incaricato prenda contatto con i progettisti delle altre sottostrutture per coordinare l'avanzamento della pratica.

6.11. ALLACCIAMENTI PRIVATI

Il progetto prevede il rifacimento degli allacciamenti privati esistenti e l'esecuzione di apposite predisposizioni per i mappali residenziali ma ancora ineditati.

Gli allacciamenti saranno eseguiti con tubazioni in HDPE DN40-50 (in funzione delle unità immobiliari da servire), compreso relativo organo di chiusura.

Tutti gli allacciamenti verranno sostituiti fino al confine con le proprietà private, in modo da essere poi eventualmente ripresi dall'interno dei fondi senza dover intaccare nuovamente la pavimentazione stradale o del limitrofo marciapiede.

6.12. RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI

Nel progetto è possibile fare distinzione tra condotte da posare nel bosco o prato e tubazioni da posare su strade comunali e/o cantonali.

In caso di tubazioni posate su bosco o prato sarà sufficiente ripristinare in superficie lo strato di terra vegetale rimosso durante lo scavo, avendo l'accortezza di compattare bene il materiale di rinterro così da evitare importanti cedimenti del terreno riportato.

Per quanto concerne le condotte da posare su strada comunale, il progetto prevede di eseguire un rappezzo largo almeno 1.5 m mediante posa di miscela bituminosa monostrato tipo AC 16N dello spessore di 60 mm.

Sulle strade cantonali, invece, in accordo con il responsabile del CMCs, si prevede di eseguire un rappezzo largo 1.5 m per i tratti rettilinei e 3 m per gli attraversamenti, utilizzando un pacchetto così composto:

- Strato portante in AC T 22S, spessore 70 mm.
- Strato di usura in AC 8S, spessore 30 mm.

Per maggiori approfondimenti si rimanda ai piani di dettagli relativi ai profili di posa.

7. DISSODAMENTI

Il nuovo serbatoio verrà costruito su un'area del comune di Alto Malcantone attualmente riconosciuta come bosco.

Ai sensi del contenuto della Legge federale sulle Foreste (LFo), sarà necessario presentare una Domanda di Dissodamento contestualmente alla Domanda di Costruzione e, se accolta, procedere con una variante di poco conto del PR, indispensabile per inserire nello strumento pianificatorio la zona in questione come AP-EP.

Nel piano 1106-118 è individuata l'area che, verosimilmente, sarà oggetto di dissodamento definitivo. L'indicazione corretta della superficie spetterà poi al tecnico incaricato di allestire la Domanda di Dissodamento.

Nei tratti in cui si andrà a posare la condotta su sedime boschivo, invece, non occorrerà redigere alcuna Domanda di Dissodamento, in quanto il disboscamento avrà carattere temporaneo e non si andrà a cambiare destinazione d'uso ai fondi interessati.

8. PREVENTIVO DI SPESA

Il progetto per la realizzazione del nuovo serbatoio a servizio delle frazioni di Breno, Fescoggia e Vezio è ben distinguibile in due oggetti separati, ovvero:

- Costruzione del nuovo serbatoio.
- Realizzazione di nuove condotte.

I due macro-oggetti risultano essere indipendenti tra loro sia dal punto di vista tecnico che esecutivo. Le imprese che opereranno sul serbatoio, infatti, avranno compiti e competenze differenti rispetto a quelle che si occuperanno di posare le condotte nel bosco e in strada. Inoltre, nella realizzazione del nuovo serbatoio dovranno operare una serie di artigiani (elettricista, specialisti della telegestione, ecc...) che non avranno alcuna competenza nella posa delle condotte. Si suggerisce, pertanto, di procedere considerando i due oggetti come indipendenti anche dal punto di vista finanziario. A fronte di ciò, è stato calcolato un preventivo di spesa specifico per la realizzazione del nuovo serbatoio ed uno per la posa delle nuove condotte.

I preventivi sono stati calcolati sulla base di esperienze derivanti da interventi analoghi realizzati precedentemente o in fase di realizzazione.

I preventivi comprendono:

- Eventuali imprevisti.
- Spese tecniche, onorari per appalti, progetto esecutivo, direzione lavori e rilievi nuove opere.
- L'imposta sul valore aggiunto (IVA) del 7.7 %.
- Precisione del preventivo: $\pm 10\%$ (norma SIA 103, art. 4.2.32).

Costo globale per la costruzione del nuovo serbatoio:	Fr. 1'155'000.-
--	------------------------

Costo globale per la realizzazione di nuove condotte:	Fr. 1'211'000.-
--	------------------------

Gli importi sopra riportati comprendono i costi di costruzioni, le spese, gli onorari per la fase esecutiva (fasi SIA 33, 41, 51, 52 e 53) e l'IVA (7.7%)

Nelle seguenti pagine si riportano i quadri riassuntivi dei preventivi definitivi elaborati

COMUNE DI ALTO MALCANTONE

COSTRUZIONE DEL NUOVO SERBATOIO

RIASSUNTO PREVENTIVO DI SPESA PROGETTO DEFINITIVO - luglio 2021

		INT. 1 Nuovo serbatoio Roccolo
1 IMPRESARIO COSTRUTTORE		
111	Lavori a regia	Fr. 15'375.--
113	Impianto di cantiere	Fr. 10'000.--
116	Taglio alberi e dissodamenti	Fr. 32'400.--
151	Lavori per condotte interrate	Fr. 20'185.--
211	Fosse di scavo e movimento terra	Fr. 75'750.--
A	Indennità intemperie 1%	Fr. 1'383.--
	Totale parziale	Fr. 155'093.--
	Diversi e imprevisi, ca. 5 %	Fr. 7'755.--
	Totale opere da impresario-costruttore	Fr. 162'848.--
2 OPERE DA IDRAULICO		
412	Condotte interrate e rubinetteria per acqua e gas	Fr. 20'585.--
	Totale parziale	Fr. 20'585.--
	Diversi e imprevisi, ca. 5 %	Fr. 1'029.--
	Totale opere da idraulico	Fr. 21'614.--
3 OPERE SPECIALISTICHE SERBATOIO		
A	Serbatoio prefabbricato	Fr. 467'584.--
B	Camera prefabbricata raccolta sorgenti	Fr. 18'765.--
C	Impianto UV	Fr. 28'840.--
D	Impianto telegestione	Fr. 135'333.--
E	Impianto di deumidificazione	Fr. 8'500.--
F	Opere esterne in legname	Fr. 20'000.--
	Totale parziale	Fr. 679'022.--
	Diversi e imprevisi, ca. 5 %	Fr. 33'951.--
	Totale opere da metalcostruttore	Fr. 712'973.--

COMUNE DI ALTO MALCANTONE

REALIZZAZIONE DI NUOVE CONDOTTE

RIASSUNTO PREVENTIVO DI SPESA PROGETTO DEFINITIVO - luglio 2021

	INT. 2 Collegamento alla rete di Breno	INT. 3 Collegamento alla rete di Fescoggia	INT. 4 Potenziamento rete passante per Fescoggia	INT. 5 Collegamento alla rete di Vezio e dismissione Löt
1 IMPRESARIO COSTRUTTORE				
111 Lavori a regia	Fr. 5'725.--	18'450.--	8'750.--	15'375.--
113 Impianto di cantiere	Fr. 5'000.--	15'000.--	10'000.--	10'000.--
116 Taglio alberi e dissodamenti	Fr. 11'050.--	18'050.--	0.--	18'850.--
117 Demolizioni e smontaggi	Fr. 4'250.--	0.--	16'440.--	6'800.--
151 Lavori per condotte interrate	Fr. 48'990.--	169'700.--	69'450.--	78'140.--
211 Fosse di scavo e movimento terra	Fr. 0.--	0.--	0.--	0.--
221 Strati di fondazione	Fr. 2'025.--	2'700.--	2'700.--	4'805.--
223 Pavimentazione	Fr. 13'770.--	25'350.--	22'350.--	28'440.--
A Indennità intemperie 1%	Fr. 851.--	2'308.--	1'209.--	1'470.--
Totale parziale	Fr. 91'661.--	251'558.--	130'899.--	163'880.--
Diversi e imprevisi, ca. 5 %	Fr. 4'583.--	12'578.--	6'545.--	8'194.--
Totale opere da impresario-costruttore	Fr. 96'244.--	264'136.--	137'444.--	172'074.--
2 OPERE DA IDRAULICO				
412 Condotte interrate e rubinetteria per acqui	Fr. 54'265.--	88'150.--	110'465.--	73'540.--
Totale parziale	Fr. 54'265.--	88'150.--	110'465.--	73'540.--
Diversi e imprevisi, ca. 5 %	Fr. 2'713.--	4'408.--	5'523.--	3'677.--
Totale opere da idraulico	Fr. 56'978.--	92'558.--	115'988.--	77'217.--
5 SPESE VARIE				
A Assicurazione RC e Bauwesen	Fr. 1'000.--	1'000.--	1'000.--	1'000.--
B Ricerca condotte acqua potabile	Fr. 0.--	0.--	1'000.--	0.--

9. SUSSIDIABILITÀ DEGLI INTERVENTI E RISCATTI CAIM

L'UPAAI, in data 27 luglio 2020, ha approvato formalmente il contenuto del progetto di massima elaborato nel marzo 2020.

Nel parere cantonale si cita:

“La sussidiabilità delle opere sarà valutata sulla base del progetto definitivo, dedotti eventuali sussidi versati per opere di collegamento già realizzate.

Il Messaggio per lo stanziamento dei sussidi previsti dalla Legge sull'approvvigionamento idrico sarà presentato al Gran Consiglio dopo l'adozione della prossima variante di PCAI-MAL.

Resta impregiudicata ogni e qualsiasi decisione di competenza del Gran Consiglio circa il sussidiamento dell'opera.”

In fase preliminare di allestimento del progetto definitivo, si è provveduto a contattare l'UPAAI per approfondire la tematica sussidi. L'ufficio cantonale ha riconosciuto il carattere intercomunale dell'opera nella forma in cui il presente progetto viene presentato, ossia con la “miscelazione” dell'acqua comunale sorgiva con l'acqua CAIM derivante da Piantagione. Il fatto di poter riutilizzare le fonti comunali in esubero nelle reti idriche poste più a valle rappresenta condizione vincolante per l'ottenimento del massimo sussidio, ossia calcolato in valore percentuale (da stabilire) sull'intero valore dell'opera.

Si ricorda infine che, assumendo valenza consortile, il serbatoio potrà essere parzialmente riscattato dal CAIM, nella misura pari al 25% (chiave di riparto standard già utilizzata dal Consorzio all'interno del suo comprensorio per gestire casi analoghi).

Lucchini & Canepa Ingegneria SA

Ing. Marco Somaschini



Lugano, 29 luglio 2021

Allegato A

DESCRIZIONE DEL MOTORE DI CALCOLO

Gli elementi utilizzati dal codice di calcolo per la modellazione matematica della rete sono costituiti dai *links*, che rappresentano tubi, pompe e valvole di controllo, e dai *nodes*, che rappresentano invece serbatoi, punti di intersezione tra condotte oppure, semplicemente, punti di controllo predisposti arbitrariamente dall'utente. Il prelievo di acqua dalla rete deve essere imposto in prossimità dei *nodes*, mentre il movimento dell'acqua all'interno della rete avviene all'interno dei *links*.

Il software permette di valutare le perdite di carico distribuite dovute al flusso del fluido all'interno della condotta con diverse formulazioni; nel caso oggetto di specie, si è scelto di utilizzare, a fronte della sua implicita duttilità, la formula di Darcy-Weisbach, secondo cui:

$$h_i = f \frac{L}{D} \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove:

- h_i è la perdita di carico [m];
- L è la lunghezza della condotta [m];
- D è il diametro della condotta [mm];
- U è la velocità dell'acqua [m/s];
- g è l'accelerazione gravitazionale [m/s²];
- F è il fattore di attrito [-], parametro funzione del diametro, del numero di Reynolds (Re) e della scabrezza delle pareti della condotta ε [mm].

Il programma calcola il fattore di attrito f in funzione del valore assunto dal numero di Reynolds, ovvero:

- se $Re < 2'000$: $f = \frac{64}{Re}$ secondo la formula di Poiseuille;
- se $Re > 4'000$: $f = \frac{0.25}{\left[\ln\left(\frac{\varepsilon}{3.7 \cdot D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$ secondo la formula di Colebrook-White
- se $2'000 < Re < 4'000$: f è ricavato mediante interpolazione cubica del diagramma di Moody.

Il software, al fine di sviluppare il calcolo, costruisce un sistema costituito dalle equazioni di continuità e dalle equazioni delle perdite di carico, il quale viene risolto tramite un

algoritmo basato sul metodo iterativo proposto da Todini e Pilati (1987) chiamato “*metodo del gradiente*”.

L'equazione che permette di valutare le perdite di carico considera che, in una rete composta da N nodi di giunzione e NF serbatoi a carico assegnato, la perdita nel ramo compreso fra i nodi i e j può essere valutata come:

$$H_i - H_f = h_{ij}(rQ_{ij}^n + mQ_{ij}^2)$$

dove:

- H_i è il carico totale in un nodo [m];
- h_{ij} è la perdita di carico lungo il ramo i-j [m];
- r è il coefficiente di resistenza [-] legato alla formula scelta per la valutazione delle perdite di carico (Darcy-Weisbach per il presente caso);
- Q è la portata convogliata nel ramo i-j [l/s];
- n è l'esponente della portata;
- m è il coefficiente che tiene conto delle perdite di carico concentrate.

L'equazione che regola la continuità in ogni nodo della rete invece è la seguente:

$$\sum_j Q_{ij} - D_i = 0 \quad \text{per } i = 1, 2, \dots, N$$

Dove D_i indica il fabbisogno idrico richiesto nel nodo i-esimo, assunta per convenzione positiva se il flusso idrico è entrante nel nodo.

A questo punto, il software ricerca la soluzione in termine di H_i e di Q_i che soddisfa il sistema di equazioni precedentemente descritto. La soluzione tramite il metodo del gradiente prevede che il calcolo iterativo inizi con un tentativo di stima del valore delle portate nei rami, anche tale da non soddisfare le equazioni di continuità. Ad ogni iterazione, il valore del carico nei nodi è ottenuto risolvendo la seguente equazione matriciale:

$$AH = F$$

dove:

- A è la matrice Jacobiana (N x N) i cui elementi diagonali sono:

$$A_{ij} = \sum_j p_{ij}$$

mentre gli elementi non diagonali e diversi da zero sono:

$$A_{ij} = -p_{ij}$$

dove p_{ij} rappresenta l'inverso della derivata della perdita di carico rispetto alla portata nel tubo ij . Per le condotte viene utilizzata la formula:

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

mentre per le pompe l'espressione:

$$p_{ij} = \frac{1}{n\omega^2 r (Q_{ij}/\omega)^{n-1}}$$

H è il vettore ($N \times 1$) dei carichi incogniti nei nodi;

F è il vettore ($N \times 1$), inteso come fattore di correzione della portata, i cui termini sono:

$$F = \left(\sum_j Q_{ij} - D_i \right) + \sum_j y_{ij} + \sum_f p_{if} H_f$$

in cui l'ultimo termine si adatta per ogni condotta permettendo la connessione di un nodo generico i ad un nodo fisso f . Il fattore di correzione y_{ij} per le condotte vale:

$$y_{ij} = p_{ij} \left(r|Q_{ij}|^n + m|Q_{ij}|^2 \right) \cdot \text{segno}(Q_{ij})$$

mentre per le pompe è calcolato mediante la seguente scrittura:

$$y_{ij} = -p_{ij}\omega^2 (h_0 - r(Q_{ij}/\omega)^n)$$

dove $\text{segno}(x)$ è pari a 1 se $x > 0$ e pari a -1 in caso contrario. Q_{ij} , invece, ha sempre segno positivo per le pompe.

A questo punto il software, una volta computati i valori dei carichi nei nodi risolvendo il sistema $AH = F$, ricalcola i nuovi valori di portata come:

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

Tale procedura iterativa prosegue finché il termine correttivo da sommare al valore di portata stimato al passo precedente non risulta inferiore ad una certa tolleranza prefissata.