

APPENDICE A: CASI STUDIO

A.1. INTRODUZIONE

In questa appendice si procede all'applicazione delle procedure esposte ad alcuni casi studio individuati sul territorio piemontese, proponendo alcune indicazioni sul livello di dettaglio base che deve essere raggiunto per poter fare una stima attendibile dell'opera, evidenziando anche gli aspetti tecnici ed economici che devono essere presi in considerazione e che possono influenzare le scelte di tipo progettuale.

In particolare, da questo punto di vista, si dimostrerà come alcuni impianti ritenuti significativi in termini di potenza prodotta non sono fattibili in termini economici e, inizialmente, si porrà l'attenzione sul fatto che agendo opportunamente su alcuni aspetti tecnici si possano ottenere rendimenti elevati anche da impianti di modesta dimensione.

In un approccio di questo tipo è necessario conoscere in modo dettagliato le caratteristiche dell'impianto acquedottistico, sia in termini di condotte (tipologia, materiale, dimensione, posizionamento,...) che in termini di risorsa idrica alla fonte e all'utenza: infatti, solo questo livello di dettaglio permette l'affidabilità del risultato proposto.

A.2. ACQUEDOTTI DEL BIELLESE

Si è scelto di utilizzare come casi studio gli impianti acquedottistici presenti nel progetto IMONT, relativo all’“Analisi della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico montano, con riferimento al comprensorio dell’alta Val Sessera”, Settembre 2004, lavoro svolto dal Politecnico di Torino e cofinanziato dall’Istituto Nazionale della Montagna e dal Consorzio Ovest Sesia Baraggia –Gestione Territoriale Baraggia, e di analizzare il caso dell’acquedotto del Comune di Limone Piemonte. Data l’affidabilità dei dati presenti in tale studio, poiché oggetto dell’indagine condotta durante i lavori rivolgendosi agli enti gestori delle reti acquedottistiche, si è deciso di utilizzare questa base dati per effettuare una valutazione in termini di potenziale idroelettrico.

Nel seguito vengono descritte le informazioni deducibili dal suddetto elaborato, evidenziando le informazioni necessarie per la valutazione del potenziale idroelettrico, verificando la consistenza dei dati e segnalando le problematiche legate alla mancanza e/o all’incongruenza delle informazioni con la banca dati della Regione Piemonte. Successivamente, sono calcolati i potenziali producibili dagli impianti.

A.2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL’AREA

Il bacino idrografico del Torrente Sessera è situato in provincia di Biella, a Nord-Ovest del capoluogo di provincia, ed è individuato dalle coordinate geografiche approssimate 45°42’ latitudine Nord, 8°10’ longitudine Est.

Il comprensorio oggetto di studio è costituito dai Comuni di Ailoche, Caprile, Coggiola, Crevacuore, Guardabosone, Pray, Postua, Portula e Sostegno, appartenenti alla Comunità Montana Valle Sessera, e dal Comune di Trivero che, nonostante sia situato nel bacino idrografico del Torrente Sessera, fa parte della Comunità Montana Valle di Mosso.

Il Comune di Sostegno non rientra nel bacino idrografico del Torrente Sessera, ma viene ugualmente considerato in questo lavoro, poiché è alimentato da fonti di approvvigionamento idropotabile situate nel territorio del bacino.

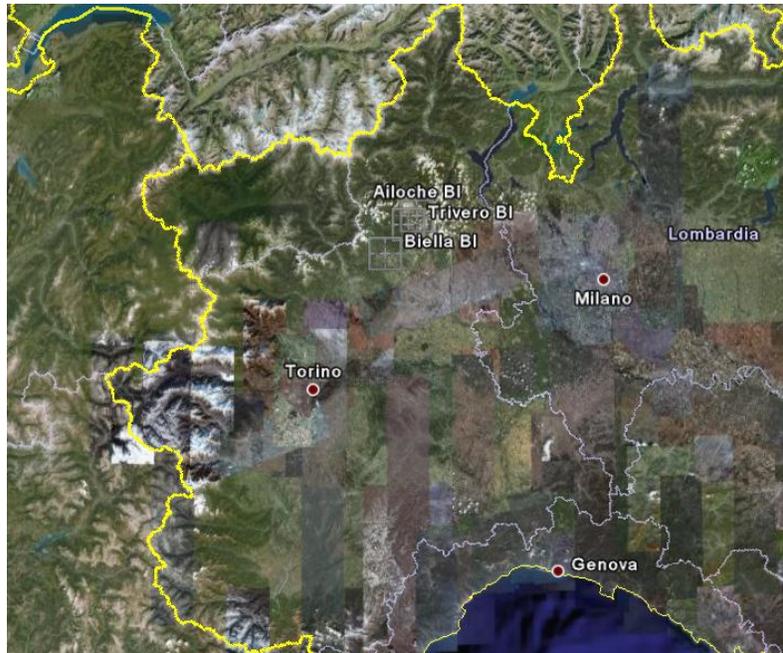


Figura A.1: Immagine satellitare Regione Piemonte (fonte: www.googleearth.com)

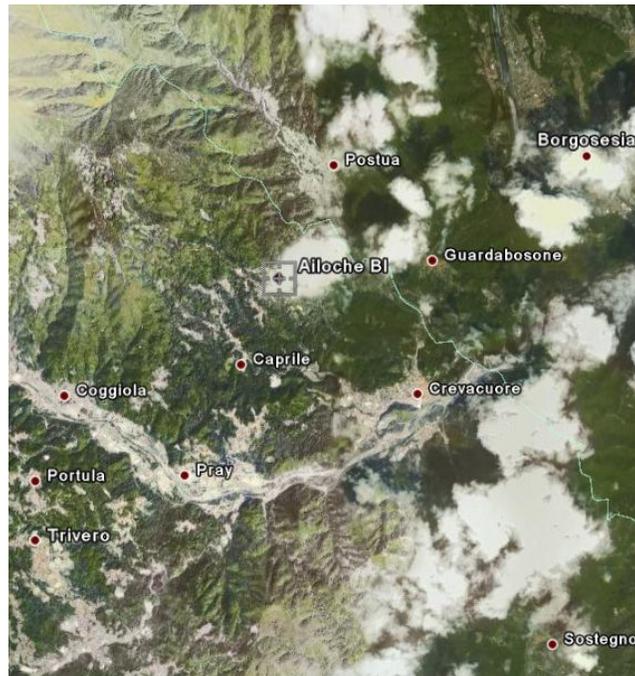


Figura A.2: Immagine satellitare Valle Sessera con indicazione dei Comuni di interesse (fonte: www.googleearth.com)

A.2.2. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE INFRASTRUTTURE ACQUEDOTTISTICHE PRESENTI

In bassa Val Sessera sono concentrati tutti gli insediamenti abitativi, con una densità demografica media di 162 ab/km². L'Alta Val Sessera è, dal punto di vista amministrativo, suddivisa in enclaves montane appartenenti a ben 17 Comuni ed appare come un'area chiusa, relativamente isolata e selvaggia e priva di insediamenti stabili. La popolazione residente è stata ricavata dalle tabelle dell'ISTAT: in particolare, la popolazione totale residente è di poco superiore ai 17000 abitanti. Dai dati sulla popolazione si osserva la tendenza ad una diminuzione dei residenti che anticipa l'andamento demografico negativo dell'intera nazione. Questo effetto è mitigato però dallo sviluppo notevole che ha avuto il turismo negli ultimi anni, soprattutto grazie alle seconde abitazioni, non essendo diffuse strutture alberghiere o di accoglienza per i turisti.

L'afflusso turistico è stato stimato attraverso il numero di case di vacanza (n. abitazioni non occupate) ricavato dai dati ISTAT relativi all'anno 1999 su base comunale. Per il calcolo della popolazione fluttuante si è ipotizzato che ogni casa di vacanza possa avere una occupazione media pari a 2,5 persone, e che queste ultime soggiornino mediamente per 100 giorni all'anno.

In riferimento all'anno 2001 la popolazione totale convenzionale così ricavata è stata di quasi 9000 abitanti con un contributo della popolazione fluttuante di circa 1600 abitanti (incremento della popolazione di circa 10%).

In generale i sistemi acquedottistici in ambienti montani si presentano molto frammentati, isolati tra loro e senza opere di connessione reciproca. In montagna gli invasi artificiali sono utilizzati esclusivamente per la produzione di energia elettrica e difficilmente si trovano opere che creino capacità idriche supplementari per limitare il rischio di carenze idriche: i sistemi risultano pertanto molto semplici dal punto di vista strutturale e funzionale. Questa situazione è tipica del comprensorio in studio, caratterizzato anche da diverse tipologie di acquedotto e diverse forme di gestione.

Le caratteristiche dei sistemi acquedottistici della zona sono state ricavate dal Catasto delle Infrastrutture del Servizio Idrico redatto dalla Regione Piemonte. Da questo database si è ricavato che sul territorio sono stati censiti 39 acquedotti suddivisi tra queste tipologie: il 26% comunale, il 64% privato rurale e il 10% consortile e comunale consorziato. Questi dati sono stati confrontati con la popolazione servita dalla tipologia di acquedotto considerata e si è ricavato che la popolazione totale servita dal servizio di acquedotto relativa al 1997, anno della ricognizione delle infrastrutture, è pari a 19091 abitanti, suddivisa tra queste tipologie di acquedotto: il 60% è servita

da acquedotti comunali, il 24% da acquedotti privati e il 16% da acquedotti consortili e comunali consorziati.

Sotto l'aspetto gestionale prevale nettamente la tipologia comunale, ma la presenza di un maggior numero di acquedotti privati mette in evidenza la contemporanea presenza di soggetti diversi che gestiscono le infrastrutture a servizio di singoli agglomerati all'interno dello stesso territorio comunale. Gli acquedotti privati sono in genere di modesta entità e caratterizzano i Comuni di Trivero, Portula, Postua e Ailoche. Gli abitanti dei Comuni di Crevacuore, Sostegno, Guardabosone rappresentano la parte di popolazione servita dall'acquedotto consortile e comunale consorziato, gestito dal consorzio della Fontana Ronda. Se si confronta il dato della popolazione servita dal servizio di acquedotto, di oltre 19000 abitanti, con il dato della popolazione residente, stimata in quasi 18000 abitanti, si osserva che una parte di popolazione è servita da più tipologie di acquedotto. Questa realtà è tipica del Comune di Trivero dove circa il 20% della popolazione è allacciata sia all'acquedotto comunale sia all'acquedotto privato, a differenza invece di tutti gli altri Comuni dove il numero di residenti supera la popolazione allacciata al servizio di acquedotto, rivelando che circa il 4% della popolazione residente totale si auto-provvigiona tramite, in genere, pozzi privati. Lo scenario complessivo che ne emerge è caratterizzato da un'elevata frammentazione degli acquedotti.

Nel comprensorio del bacino idrografico del torrente Sessera sono stati censiti 39 acquedotti caratterizzati da un totale di 95 fonti di alimentazione ad uso strettamente idropotabile, di cui 92 sono sorgenti mentre 3 sono prese d'acqua superficiali. La lunghezza complessiva delle condotte d'adduzione è di circa 32 km con un'incidenza maggiore di tubazioni in acciaio e polietilene rispetto ad altri materiali quali ghisa, acciaio e cemento-amianto. Nel territorio sono presenti 58 serbatoi con una capacità di accumulo totale pari a 6296 m³.

A.2.3. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE IDROELETTRICO

Il potenziale idroelettrico di un impianto è, come ben noto, dato dalla seguente relazione:

$$P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_v \quad (1)$$

dove

- P: potenza espressa in kW;
- η : rendimento complessivo dell'impianto;
- γ : peso specifico dell'acqua pari a 9,81 kN/m³;

- Q: portata turbinata espressa in m³/s;
- H: salto utile espresso in m.

Il salto utile H è dato dal dislivello tra la quota di monte di inizio condotta in pressione e quella di valle all'imbocco della turbina a cui vengono sottratte le perdite di carico distribuite lungo la condotta di adduzione.

Ai fini della valutazione del potenziale energetico, quindi, le classi infrastrutturali di interesse nell'ambito del presente progetto sono le seguenti:

- “*sorgenti*”;
- “*serbatoi di impianto*” nel seguito indicati come *serbatoi di linea*;
- “*condotte di impianti di acquedotto*” nel seguito indicate come *condotte di adduzione*.

Si procede, dunque, individuando sul territorio l'infrastruttura idraulica di interesse ed effettuando una valutazione preliminare delle potenze ricavabili da ogni condotta: attraverso questa valutazione iniziale è possibile ottenere, per ogni acquedotto, la posizione ottimale di inserimento dell'impianto idroelettrico. A questo punto si passa alla valutazione di dettaglio delle perdite di carico e delle portate, in modo da poter calcolare l'effettiva potenza disponibile all'impianto e verificarne la sua fattibilità tecnica. Infine, con la successiva analisi di fattibilità economica e, eventualmente, la proposta di modifiche all'impianto come, per esempio, la sostituzione della condotta di adduzione, si conclude l'analisi del caso studio.

Si ritiene utile, ai fini dello studio, proporre un confronto con quanto desumibile dall'approccio preliminare proposto nel progetto complessivo che permetteva una valutazione speditiva del potenziale energetico della Regione.

A.2.4. ANALISI DELLA CONSISTENZA DEI DATI

Nei paragrafi che seguono viene effettuata un'analisi sulla consistenza delle informazioni contenute nelle tavole del database della Regione Piemonte, con particolare attenzione alle opere di captazione da sorgente, per quanto concerne le portate e le quote, ed ai serbatoi, riguardo alle quote. Le condotte di adduzione sono esaminate con riferimento alla disponibilità di informazioni sui diametri, sui materiali e sulle lunghezze.

Attraverso il software Arcview GIS 3.2 si sono caricati i file immagine contenenti tutti i fogli della Carta Tecnica Regionale relativamente al territorio della provincia di Biella ed i file .shp

che traggono origine dal censimento delle infrastrutture idriche redatto dalla Regione Piemonte, in cui trovano posto tutte le opere delle infrastrutture idriche, con le relative descrizioni alfanumeriche, e si è proceduto ad una osservazione a scala maggiore di ogni singolo caso. Inoltre, si è analizzato il file contenente la descrizione di tutte le sorgenti presenti all'interno del territorio dell'ATO 2 e, successivamente, si è analizzata la configurazione acquedottistica di ogni sito. Tramite questa operazione è stato possibile confrontare i dati contenuti nel database della Regione Piemonte con il dato fornito dal gestore dell'impianto acquedottistico, al fine di verificarne la consistenza per i casi analizzati.

Per quanto riguarda le sorgenti, i dati interessanti ai fini dell'analisi sono la quota geodetica e la portata prelevata: è possibile notare immediatamente come il database della Regione Piemonte accorpi gruppi di sorgenti in un unico dato, falsando sia il dato di quota che quello di portata. Come ben noto, la potenza di un impianto micro-hydro dipende da entrambi questi dati e ciò fa sì che il potenziale calcolato attraverso un'analisi basata su di essi possa essere molto distante dalle reali possibilità di sfruttamento della rete di adduzione.

Per quanto riguarda, invece, il dato relativo alle caratteristiche della condotta di adduzione si è riscontrata omogeneità nell'informazione, sia per la dimensione che per il materiale e la lunghezza della condotta.

Per ogni caso vengono presentati:

- i dati di base che sono presenti nel database del censimento della Regione Piemonte ed i dati presenti nello studio “Analisi della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico montano, con riferimento al comprensorio dell'alta Val Tessa”;
- l'estratto della Carta Tecnica Regionale relativo al territorio comunale in cui si situa il caso studio;
- la planimetria dell'infrastruttura idrica, sovrapposta alla Carta Tecnica Regionale;
- il calcolo della potenza media annua e della producibilità media annua;
- una stima del numero di Certificati Verdi con la normativa relativa alla Legge Finanziaria 2007.

A.2.5. CASO STUDIO RELATIVO AL COMUNE DI PRAY

L'acquedotto oggetto del caso studio serve il Comune di Pray e Frazione Pianceri. In Figura A.3 si può osservare l'ubicazione del territorio comunale, che si trova a circa 35 km in direzione Nord-Est da Biella. Si tratta di un piccolo centro con una popolazione residente di 2439 persone.

Il Comune di Pray è servito completamente da un acquedotto comunale alimentato da 2 gruppi di sorgenti, di cui il gruppo formato dalle sorgenti Tassere e la sorgente Pian delle Rape è il più importante, con una portata media di 450 l/min situato in località Solivo a una quota media di 820 m s.l.m. Attraverso una condotta di lunghezza 2,4 km l'acqua derivata dal primo gruppo di sorgenti è convogliata nel serbatoio in località Colle del Tortolino a quota 549 m s.l.m. con capacità di accumulo pari a 100 m³. Questo serbatoio alimenta la rete di distribuzione della Frazione Pianceri Alto e precede due serbatoi, di 100 m³ ciascuno, da cui parte la rete di distribuzione della zona più popolata del Comune. Il secondo gruppo di sorgenti è formato da 14 captazioni che servono circa il 20% della popolazione residente nelle frazioni più isolate del Comune.



Figura A.3: Foto aerea Comune di Pray e Comuni limitrofi (fonte: www.googleearth.com)

Di seguito viene riportato un riassunto dei dati di base caratterizzanti l'impianto:

- Sorgenti:

- quota: Piano delle Rape - 940 m s.l.m.m.;
Gruppo Tassere – 720 m s.l.m.m.
- gestione: comunale;
- portata media: 7.5 l/s;
- Serbatoio:
capacità: 100 m³;
quota di sfioro: 549 m s.l.m.m.;
 - Condotta di adduzione:
lunghezza: 2305 m;
materiale: acciaio;
coefficiente di Strickler: 75 m^{1/3}s⁻¹;
diametro nominale 100 mm;

A.2.5.1. DATI TECNICI DA ANALIZZARE

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di una mini-turbina allo sbocco della condotta che trasporta la portata dalla sorgente al serbatoio di Frazione Pianceri (Figura A.4). Operando in questo modo si riesce a recuperare completamente il salto idraulico che, in alternativa, dovrebbe essere imposto con una valvola di regolazione al fine di garantire la funzionalità dell'infrastruttura. Il salto utile è ottenuto dal confronto tra la linea dei carichi piezometrici e l'andamento della condotta, così come esposto in Figura A.5.

L'installazione della turbina è prevista in prossimità dello sbocco della condotta verso il serbatoio, in modo da prevedere con il ridotto numero di opere civili, la costruzione di un fabbricato dove troveranno luogo, oltre al gruppo turbina-alternatore, tutte le apparecchiature di raddrizzamento della corrente elettrica e di gestione e controllo della stessa, nonché le apparecchiature di controllo della portata ed i dispositivi di by-pass per assicurare sempre condizioni di sicurezza, sia in situazioni ordinarie, sia in situazioni di criticità quali, ad esempio, durante periodi di manutenzione.

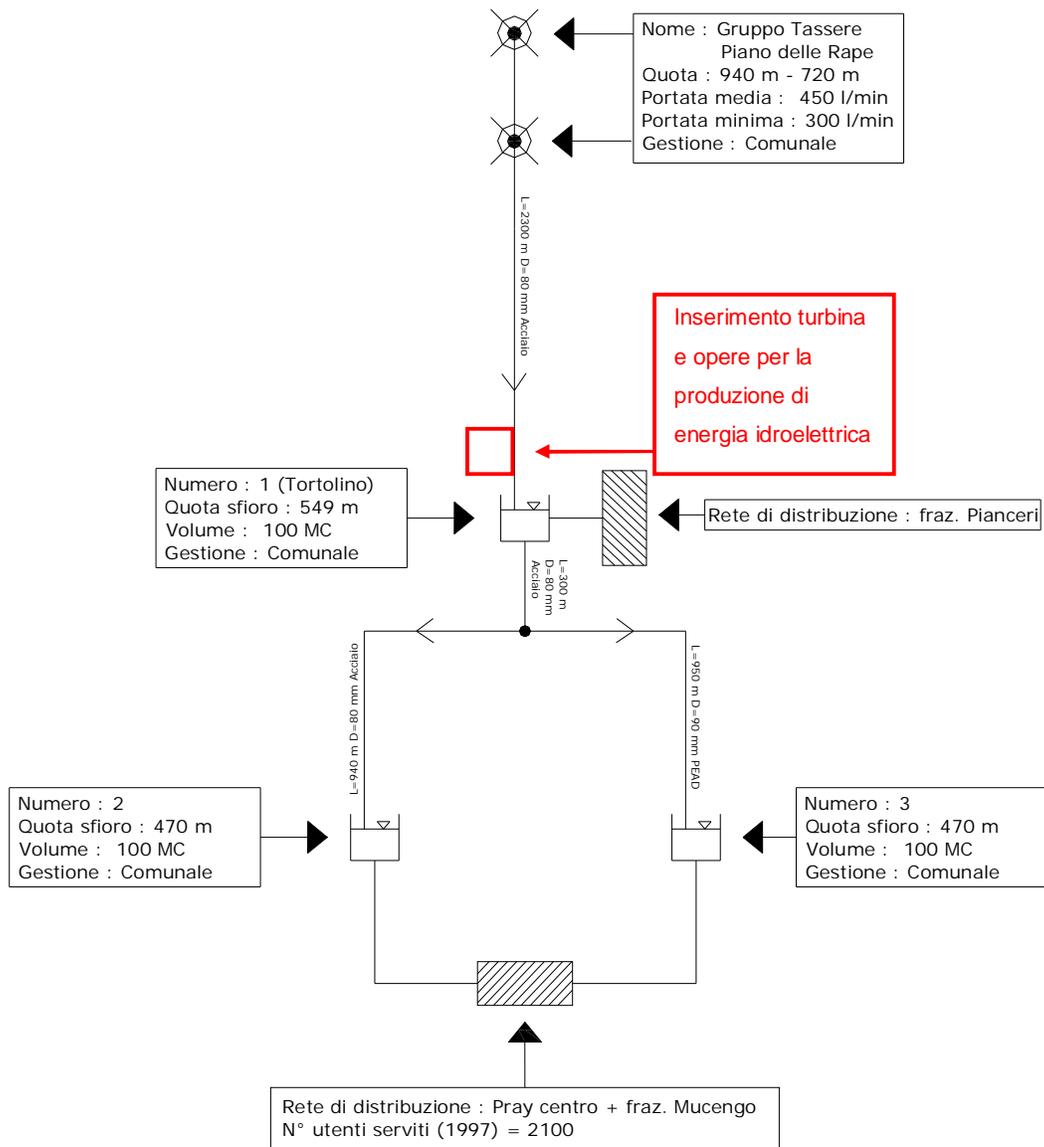


Figura A.4: Schema dell'acquedotto del Comune di Pray

Noti i dati necessari, è possibile calcolare i valori delle perdite di carico distribuite, tenendo conto di:

- diametro nominale della condotta, pari a 100 mm;
- coefficiente di Strickler, per condotta in acciaio e in condizione di tubi usati, pari a $75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- lunghezza della condotta oggetto del caso studio pari a 2305 m.

COMUNE		PRAY	
		DATI RILEVATI	DATI REGIONE
SORGENTE	Quota [m s.l.m.m.]	720	940
	Portata [l/s]	7,5	10
CONDOTTA	Materiale	Acciaio	Acciaio
	D [mm]	80	80
	ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75	75
	L [m]	2297	2400
PERDITE DI CARICO	J [-]	0,072	0,128
	ΔH [m]	166	308
SERBATOIO	Quota [m s.l.m.m.]	549	549
P [kW]		0,324	8,105

Tabella A.1: Riassunto dei due casi

Non avendo altre informazioni di rilievo sulla portata come ad esempio una serie annuale, in realtà indispensabile onde assicurare la veridicità di stime di questo tipo, l'analisi viene effettuata utilizzando il valore di portata misurato dal personale del Comune come portata media annua, ottenendo un salto utile pari a:

$$H_v = 4,41 \text{ m}$$

che determina un valore di potenza nominale pari a:

$$P_n = 0,324 \text{ kW}$$

Il valore ottenuto, molto ridotto, sconsiglia l'installazione di un impianto micro-hydro in queste condizioni.

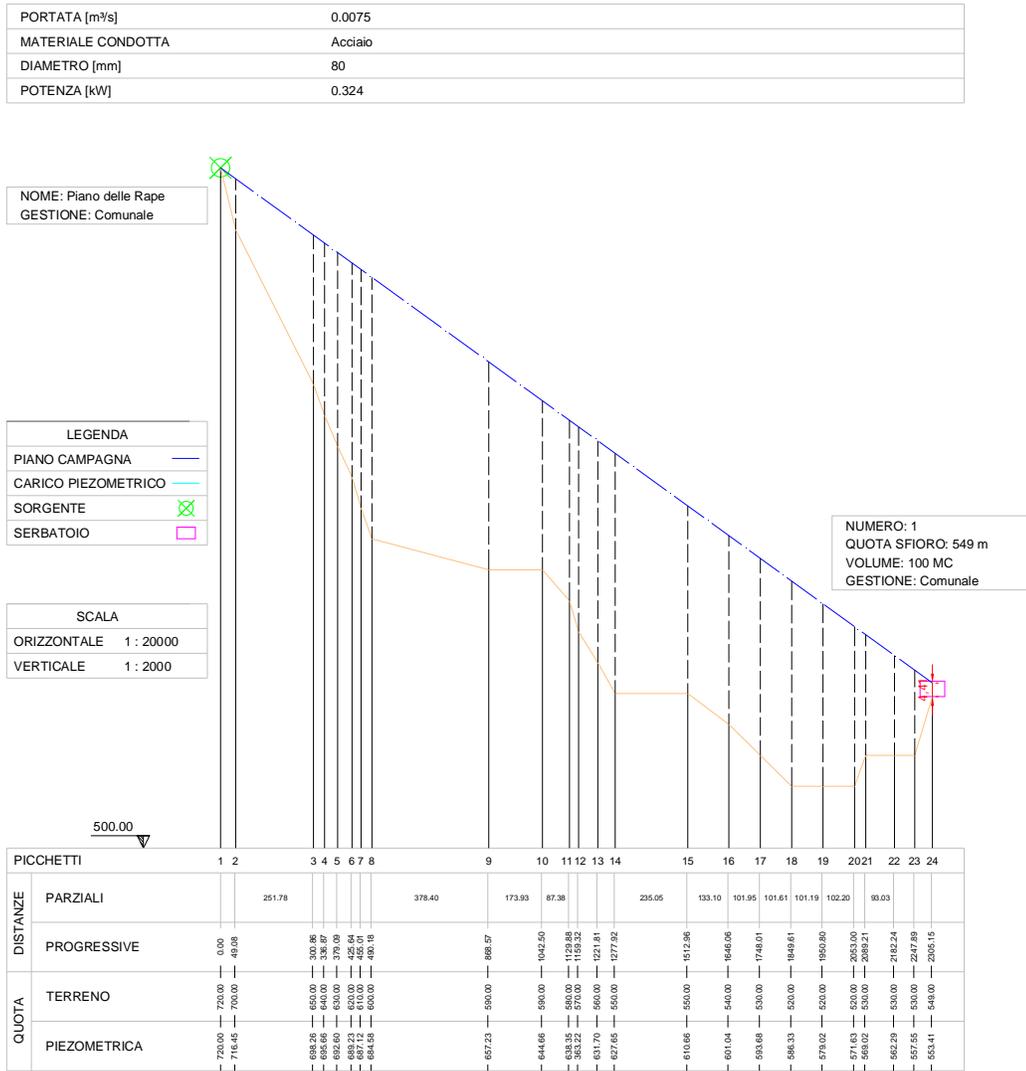


Figura A.5: Profilo condotta-carico piezometrico caso studio Pray

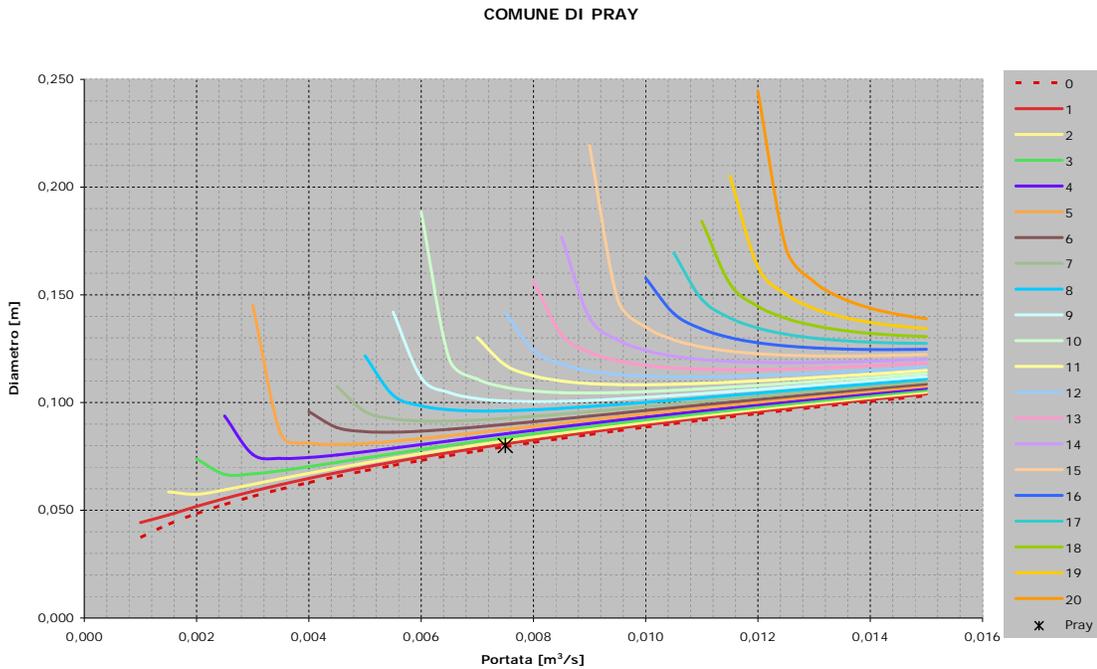


Figura A.6: Curve di isopotenza in funzione della portata e del diametro della condotta di adduzione per l'acquedotto del Comune di Pray oggetto di studio

Si consideri ora il diagramma riportato in Figura A.6, in cui sono fornite le curve isopotenza, valutate per la condotta in esame al variare della portata e del diametro (il troncamento delle curve è determinato dal non poter raggiungere il livello di potenza richiesto per determinati valori di portata e di diametro): si può notare come un incremento del diametro, a parità di portata, comporti un netto miglioramento in termini di produzione.

Al momento di sostituire la condotta si potrà pensare all'ipotesi di una rivalutazione dell'impianto acquedottistico con il preciso scopo di asservire lo stesso a fini idroelettrici e, in questo caso, l'eventuale costo aggiuntivo, dovuto alla scelta di una condotta di diametro maggiore rispetto a quello necessario per scopi idropotabili, imputato all'impianto idroelettrico, può essere completamente ammortizzato dall'incremento di introiti dovuti alla maggiore potenza disponibile.

COMUNE		PRAY	
		DATI SOSTITUZIONE	DATI REGIONE
SORGENTE	Quota [m s.l.m.m.]	720	940
	Portata [l/s]	7,5	10
CONDOTTA	Materiale	Acciaio	Acciaio
	D [mm]	100	80
	ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75	75
	L [m]	2305	2400
PERDITE DI CARICO	J [-]	0,022	0,128
	ΔH [m]	120,29	308
SERBATOIO	Quota [m s.l.m.m.]	549	549
P [kW]		8,847	8,105

Tabella A.2: Riassunto dei due casi

Dai calcoli sviluppati, utilizzando il valore di portata media annua e sostituendo la condotta con una condotta in acciaio di diametro nominale pari a 100 mm, si ottiene un salto utile pari a:

$$H_v = 120,29 \text{ m}$$

che determina un valore di potenza nominale pari a:

$$P_n = 8,847 \text{ kW}$$

PORTATA [m³/s]	0.0075
MATERIALE CONDOTTA	Acciaio
DIAMETRO [mm]	100
POTENZA [kW]	8.847

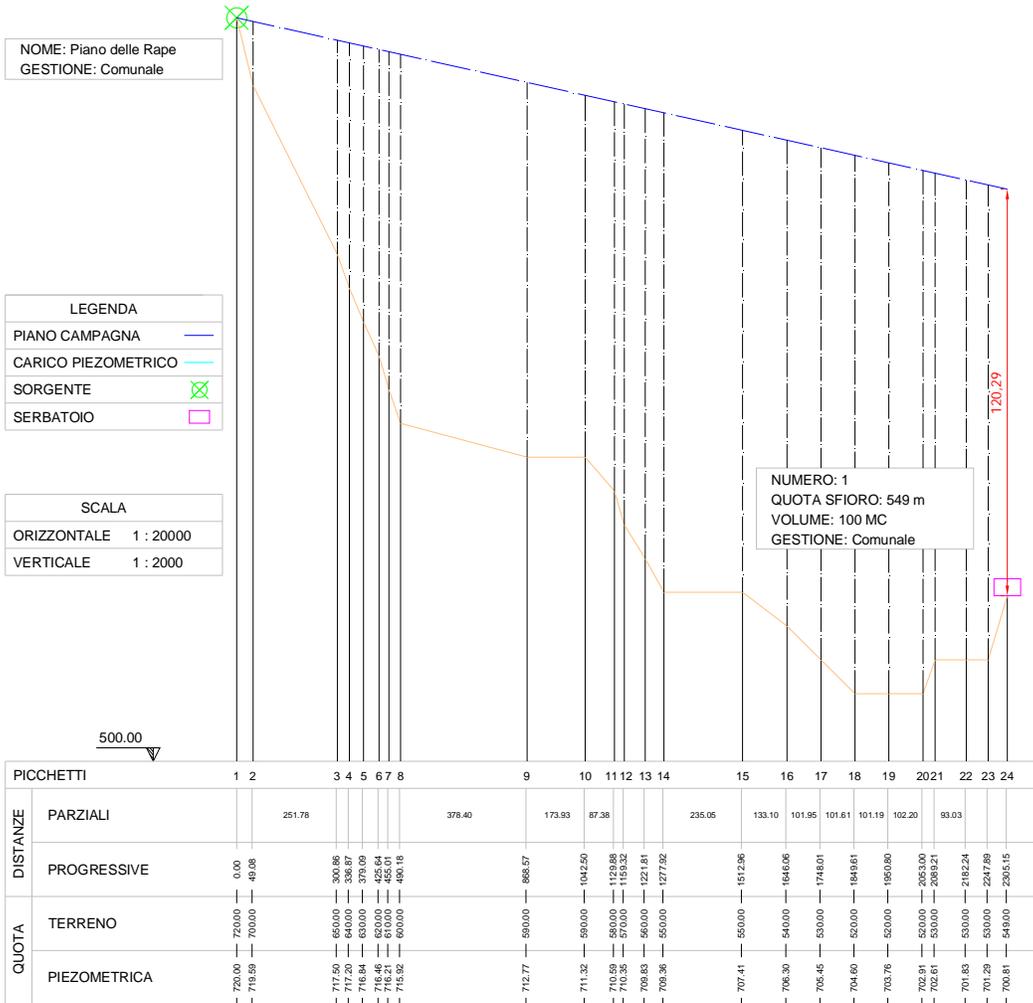


Figura A.7: Profilo condotta-carico piezometrico caso studio Pray nel caso di sostituzione della condotta di adduzione esistente

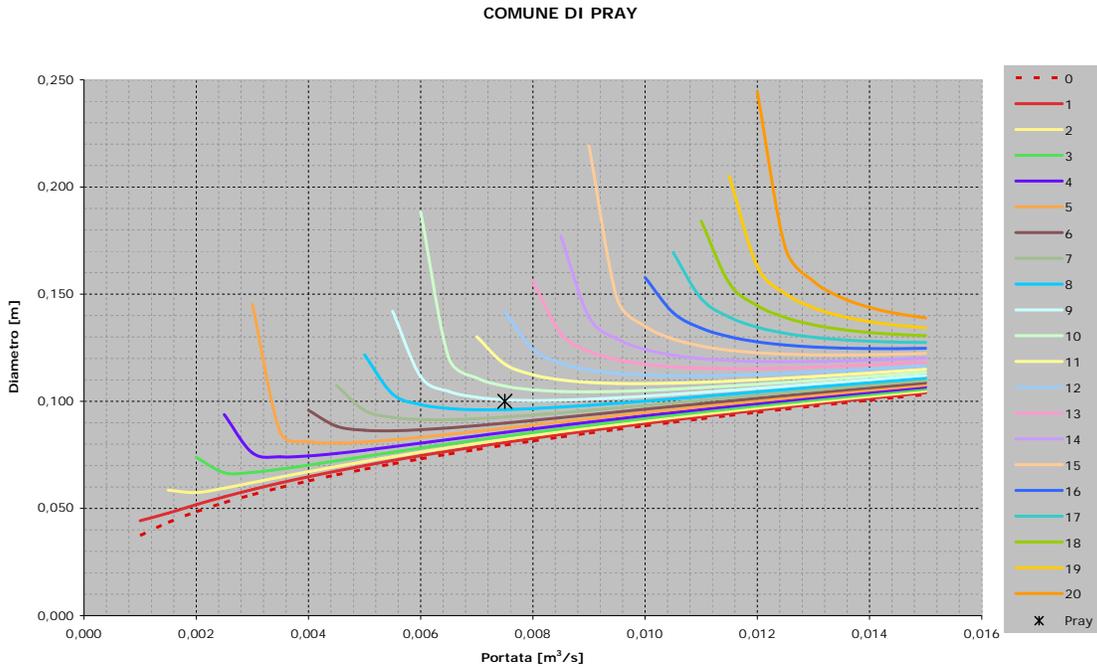


Figura A.8: Curve di isopotenza in funzione della portata e del diametro della condotta di adduzione per l’acquedotto del Comune di Pray oggetto di studio

In situazioni di portata massima in condizioni di massimo consumo è opportuno che le velocità si mantengano tra 0.2 m/s e 2 m/s, dove il primo limite è necessario per ragioni igienico-sanitarie (al fine di ridurre i tempi di permanenza dell’acqua nella rete), mentre il secondo limite per la necessità di minimizzare le sollecitazioni nella rete.

A tal fine, si sono calcolate le velocità di percorrenza della condotta che nel caso di diametro nominale pari a 100 mm sono uguali a 0.96 m/s e rientrano nei limiti fissati.

Il calcolo della quantità di energia prodotta durante l’anno, nonché del relativo numero di Certificati Verdi, viene eseguito mediante un foglio di calcolo, un estratto del quale viene presentato nel seguito.

QUANTITA' DI ENERGIA PRODOTTA		
<i>rendimento di produzione</i>	0,3 ←	Il rendimento comprende sia il rendimento globale della turbina che il rendimento legato alla disponibilità
<i>giorni annui</i>	365 giorni	
<i>ore giorno</i>	24 ore	
<i>Producibilità annua</i>	23652 kWh	
<i>Producibilità annua</i>	23,652 MWh	
<i>CV da 50MWh</i>	0 CV	

A.2.5.2. ANALISI ECONOMICA

Per lo studio della fattibilità si procede stimando le quantità con valutazioni di massima derivanti dall'esperienza tecnica: esse sono perlopiù funzioni che sommano ad un valore costante un valore che è funzione della potenza nominale dell'impianto.

L'analisi economica viene condotta sul secondo scenario, ossia nel caso di sostituzione della condotta.

Il computo è stato eseguito per mezzo di un foglio di calcolo, di cui vengono presentati alcuni estratti, specificando a lato le formule utilizzate nei calcoli.

DATI DI INVESTIMENTO		
<i>Opere civili + IVA</i>	15000,00 €	← €kW valutato con legge di regressione (potenza) $y = 10224x^{(0.1682)}$ da valutazione di massima
<i>Turbina e generatore</i>		
<i>Montaggio e messa in esercizio</i>		
<i>Quadro comando, regolazione e gestione</i>		← €kW valutato con legge di regressione (potenza) $y = 25182x^{(-0.6855)}$ da preventivi Sciarini
<i>Sonda livello</i>		
<i>Messa in esercizio</i>		
<i>+IVA 20%</i>	51000 €	
<i>Progettazione, varie ed eventuali</i>	9900,00 €	
<i>Totale investimento iniziale</i>	75900,00 €	← Incremento del 15% per progettazione, imprevisti e varie ed eventuali

Tra i dati di maggior interesse vi è quello dell'ammontare dell'investimento iniziale, somma a cui deve far fronte la committenza per portare a termine i lavori di progettazione, acquisto dei materiali e messa in esercizio dell'intero impianto, che nel caso da noi studiato raggiunge la cifra di:

€76000,00

a cui vanno aggiunte le spese di sostituzione della condotta stessa.

Successivamente vengono analizzati quelli che sono i costi di esercizio e manutenzione, stimati come percentuale, crescente negli anni, del costo della macchina, i costi generali, assicurativi, amministrativi e gestionali, infine i costi relativi al canone uso acqua.

DATI DI GESTIONE		
<i>costi di esercizio e manutenzione (% costo macchina)</i>		fonte: ENEA per turbine eoliche dimezzate
<i>1-2 anni</i>	0,5 %	
<i>3-10 anni</i>	1 %	
<i>10-20 anni</i>	1,5 %	
<i>20-40 anni</i>	2 %	
<i>costi generali</i>	230,00	(Fonte APER 1998 con introduzione soglia minima)
<i>costi assicurativi</i>	1005,10	(Fonte APER 1998)
<i>costi amministrativi delibera 34/05 art.6</i>	0	(120 €+ 0.5% controvalore energia art 6 delibera 34/05)
<i>costi gestionali delibera 34/05 art.6</i>	0	(120 €+ 0.5% controvalore energia art 6 delibera 34/05)

In realtà, l'adozione della modalità dello scambio sul posto determina l'annullamento dei costi di amministrazione e gestione nonché dei costi dovuti alle imposte.

CANONE USO ACQUA		
<i>canone annuo</i>	330 €	- si ipotizza che quello per uso energetico sia maggiore di quello ad uso potabile
<i>sovraccanone annuo</i>	0 €	- (solo se $P_n > 220\text{kW}$) importo pari a 4.91 €/kW (decreto 925 del 31 gennaio 2006: revisione della misura del sovraccanone per impianti idroelettrici, ai sensi dell'articolo 3 della legge 22 dicembre 1980, n. 925)

Va notato che la normativa relativa alla vendita di energia elettrica prodotta attraverso fonti rinnovabili, ha subito alcune modifiche, inserite nel testo della Legge Finanziaria 2008. Non essendo ancora stati pubblicati i decreti attuativi della norma suddetta, nel presente lavoro si è svolta l'analisi avvalendosi della Legge Finanziaria 2007.

A.2.5.3. SITUAZIONE 2007

DATI DI RICAVO		
<i>kWh suddivisi per fasce</i>	23652 kWh	prezzo garantito delibera
<i>Prezzo di acquisto energia</i>	0,21 €/kWh	34/05 art. 5
<i>Prezzo di vendita CV</i>	0,109 €/kWh	
<i>Costo evitato per l'acquisto di energia</i>	4966,92 €	
<i>Ricavi vendita CV</i>	0,00 €	
<i>Ricavi totali</i>	4966,92 €	

INPUT ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA		
Inflazione prezzo energia elettrica	4 %	- non è stato considerato poiché l'impianto non è soggetto ad alcun regime fiscale
Inflazione	3 %	
IRES (Imposta sul reddito delle società)	0 %	- dato dalla somma degli indici:
IRAP (Imposta regionale delle attività produttive)	0 %	
Ammortamento annuo (20 anni)	0 %	
Tasso di attualizzazione (WAAC)	8 %	- Inflazione 4%
		- Rendimento sicuro 3%
		- Fattore di rischio 1%

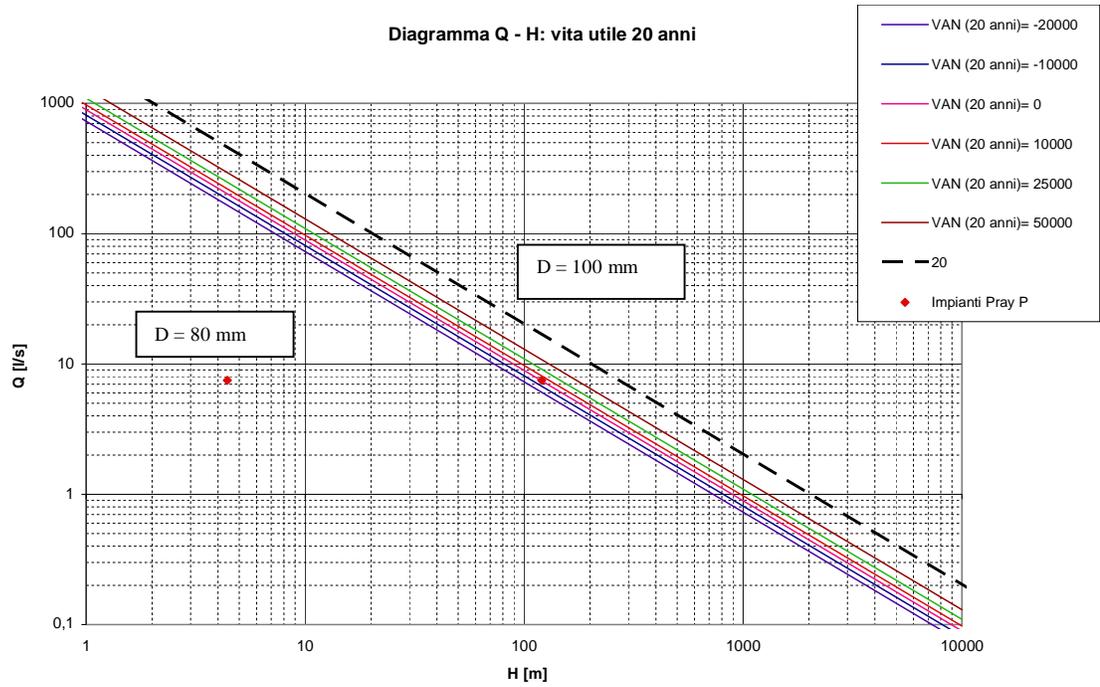


Figura A.9: Grafico del VAN per una vita utile pari a 20 anni

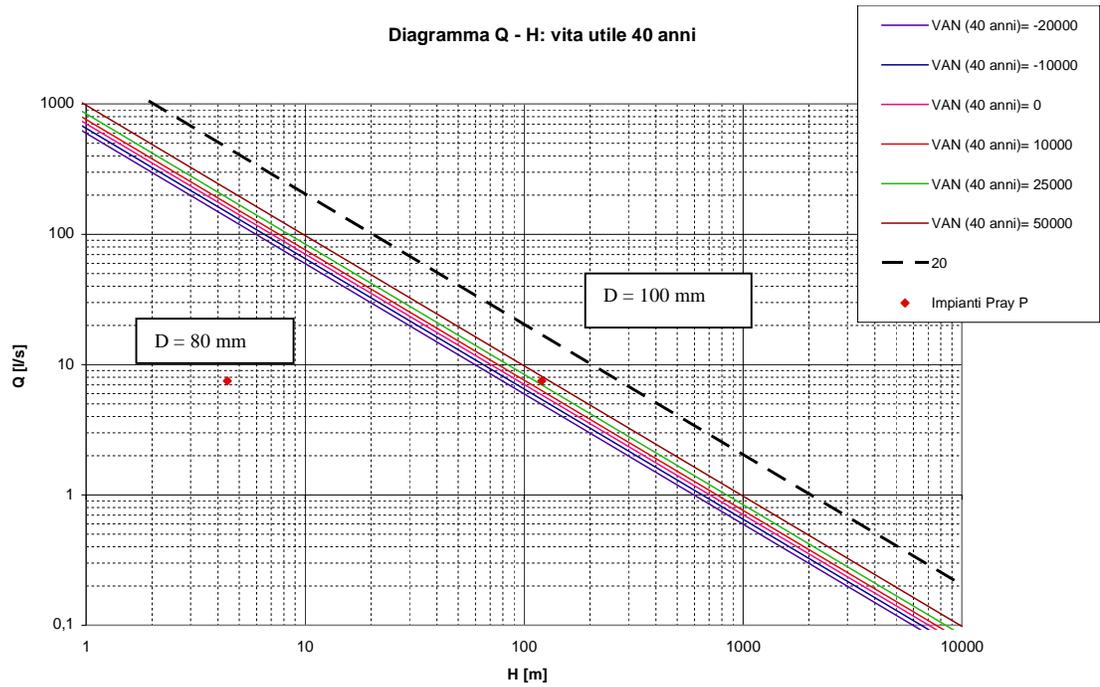


Figura A.10: Grafico del VAN per una vita utile pari a 40 anni

In Figura A.9 e A.10 sono riportate le curve del VAN per una vita utile pari a 20 e 40 anni.

A.2.6. CASO STUDIO RELATIVO AL COMUNE DI PORTULA

L'acquedotto oggetto del caso studio serve il Comune di Portula. In Figura A.11 si può osservare l'ubicazione del territorio comunale, che si trova a circa 30 km in direzione Nord-Est da Biella. Si tratta di un centro abitato con una popolazione residente di 6883 persone.



Figura A.11: Foto aerea del Comune di Portula e Comuni limitrofi (fonte: www.googleearth.com)

Il Comune di Portula è caratterizzato dalla presenza sul territorio di 6 acquedotti privati rurali che servono tutta la popolazione. Esiste anche un acquedotto comunale, ma serve un numero molto limitato di utenti. Gli acquedotti privati sono alimentati da 26 sorgenti con portate molto variabili, la maggior parte sono situate nei pressi frazione Castagnea nel sottobacino del Rio Carnasco. I serbatoi di accumulo sono 8 e hanno un capacità totale di 375 m³.

Di seguito viene riportato un riassunto dei dati di base caratterizzanti l'impianto:

- Sorgenti – quota:
 - Aldana – 750 m s.l.m.m.;
 - Borrello – 860 m s.l.m.m.
 - F. Preti – 750 m s.l.m.m.

Sassello – 670 m. s.l.m.m.

gestione: privata;

portata media: 3.33 l/s;

- Serbatoio:
 - capacità: 92 m³;
 - quota di sfioro: 600 m s.l.m.m.;
- Condotta di adduzione:
 - lunghezza: 160 m;
 - materiale: Acciaio;
 - coefficiente di Strickler: 75 m^{1/3}s⁻¹;
 - diametro nominale 50 mm;

A.2.6.1. DATI TECNICI DA ANALIZZARE

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di una mini-turbina allo sbocco della condotta che trasporta la portata dalla sorgente Sassello al serbatoio a quota 600 m s.l.m.m. (Figura A.12). Operando in questo modo si riesce a recuperare completamente il salto idraulico che, in alternativa, dovrebbe essere imposto con una valvola di regolazione al fine di garantire la funzionalità dell'infrastruttura. Il salto utile è ottenuto dal confronto tra la linea dei carichi piezometrici e l'andamento della condotta, così come esposto nella Figura A.13.

L'installazione della turbina è prevista in prossimità dello sbocco della condotta verso il serbatoio, in modo da prevedere con un ridotto numero di opere civili la costruzione di un fabbricato dove troveranno luogo, oltre al gruppo turbina-alternatore, tutte le apparecchiature di raddrizzamento della corrente elettrica e di gestione e controllo della stessa, nonché le apparecchiature di controllo della portata ed i dispositivi di by-pass per assicurare sempre condizioni di sicurezza, sia in situazioni ordinarie, sia in situazioni di criticità quali, ad esempio, durante periodi di manutenzione.

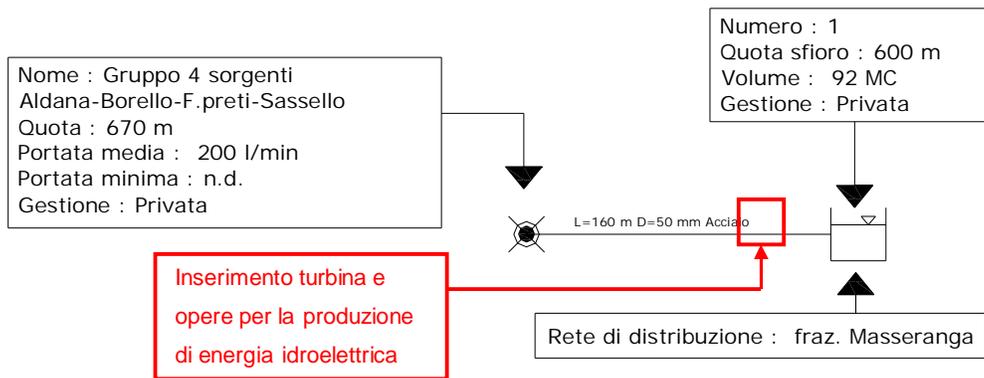


Figura A.12: Schema dell'acquedotto del Comune di Portula

Noti i dati necessari, è possibile calcolare i valori delle perdite di carico distribuite, tenendo conto di:

- diametro nominale della condotta, pari a 50 mm;
- coefficiente di Strickler, per condotta in acciaio, non nuova, pari a $75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- lunghezza della condotta oggetto del caso studio pari a 160 m.

COMUNE		PRAY	
		DATI RILEVATI	DATI REGIONE
SORGENTE	Quota [m s.l.m.m.]	670	860
	Portata [l/s]	3,367	2,3
CONDOTTA	Materiale	Acciaio	Acciaio
	D [mm]	50	50
	ks [m ^{1/3} s ⁻¹]	75	75
	L [m]	160	760
PERDITE DI CARICO	J [-]	0,178	0,083
	ΔH [m]	29	63
SERBATOIO	Quota [m s.l.m.m.]	600	600
P [kW]		1,369	4,437

Tabella A.3: Riassunto dei due casi

Non avendo altre informazioni sulla portata come ad esempio una serie annuale, in realtà indispensabile onde assicurare la veridicità di stime di questo tipo, l'analisi viene effettuata utilizzando il valore di portata misurato dal personale del Comune come portata media annua, ottenendo un salto utile pari a:

$$H_v = 41,47 \text{ m}$$

che determina un valore di potenza nominale pari a:

$$P_n = 1,369 \text{ kW}$$

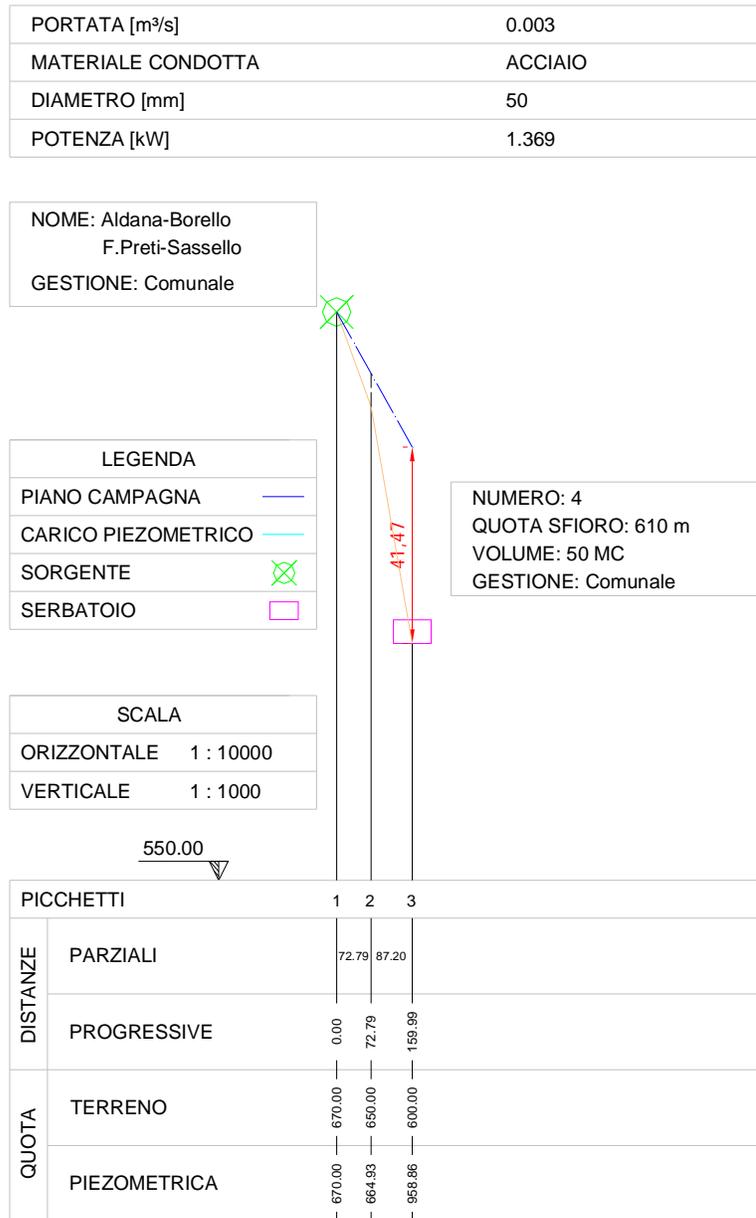


Figura A.13: Profilo condotta-carico piezometrico caso studio Trivero

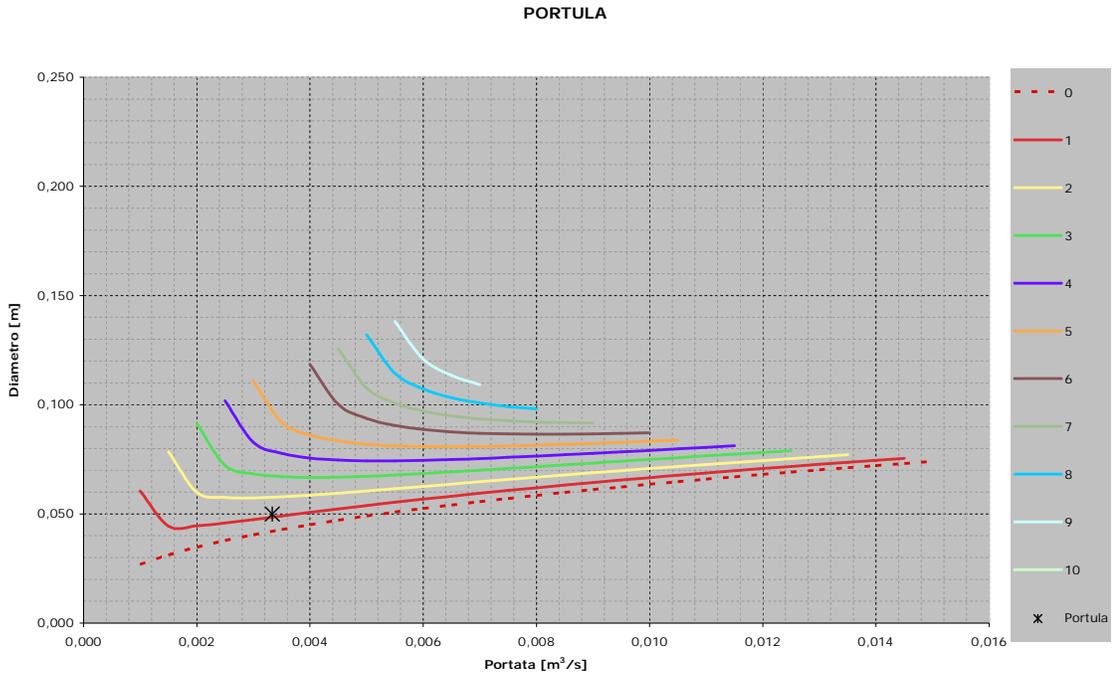


Figura A.14: Curve di isopotenza in funzione della portata e del diametro della condotta di adduzione per l’acquedotto del Comune di Portula oggetto di studio

In questo caso, la sostituzione della condotta esistente con una di diametro superiore per ottenere un salto utile maggiore al fine di incrementare la potenza prodotta dall’impianto non è un’operazione vantaggiosa: infatti, il diametro commerciale immediatamente superiore, a parità di portata transitante, è il D_n 100 mm, ossia il doppio di quello attuale. Oltre ad essere economicamente non vantaggioso, poiché il costo della sostituzione della condotta sarebbe elevato, non sarebbero rispettati i limiti di carattere igienico-sanitario imposti sulle velocità di transito delle portate idropotabili nelle condotte di adduzione.

Il calcolo della quantità di energia prodotta durante l’anno, nonché del relativo numero di Certificati Verdi, viene eseguito mediante un foglio di calcolo, un estratto del quale viene presentato sotto:

QUANTITA' DI ENERGIA PRODOTTA

rendimento di produzione
giorni annui
ore giorno

Producibilità annua
Producibilità annua
CV da 50MWh

0,3
365 giorni
24 ore

3942 kWh
3,942 MWh
0 CV

← - Il rendimento comprende sia il rendimento globale della turbina che il rendimento legato alla disponibilità

A.2.6.2. ANALISI ECONOMICA

Per lo studio della fattibilità si procede stimando le quantità con valutazioni di massima derivanti dall'esperienza tecnica: esse sono perlopiù funzioni che sommano ad un valore costante un valore che è funzione della potenza nominale dell'impianto.

Il computo è stato eseguito per mezzo di un foglio di calcolo, di cui vengono presentati alcuni estratti, specificando a lato le formule utilizzate nei calcoli.

DATI DI INVESTIMENTO		
<i>Opere civili + IVA</i>	11000,00 €	← €kW valutato con legge di regressione (potenza) $y = 10224x^{(0.1682)}$ da valutazione di massima
<i>Turbina e generatore</i>		
<i>Montaggio e messa in esercizio</i>		
<i>Quadro comando, regolazione e gestione</i>		
<i>Sonda livello</i>		
<i>Messa in esercizio</i>		
<i>+IVA 20%</i>	29000 €	↙ €kW valutato con legge di regressione (potenza) $y = 25182x^{(-0.6855)}$ da preventivi Sciarini
<i>Progettazione, varie ed eventuali</i>	6000,00 €	← Incremento del 15% per progettazione, imprevisti e varie ed eventuali
Totale investimento iniziale	46000,00 €	

Tra i dati di maggior interesse vi è quello dell'ammontare dell'investimento iniziale, somma a cui deve far fronte la committenza per portare a termine i lavori di progettazione, acquisto dei materiali e messa in esercizio dell'intero impianto, che nel caso da noi studiato raggiunge la cifra di:

€46000.00

Successivamente vengono analizzati quelli che sono i costi di esercizio e manutenzione, stimati come percentuale, crescente negli anni, del costo della macchina, i costi generali, assicurativi, amministrativi e gestionali, infine i costi relativi al canone uso acqua.

DATI DI GESTIONE		
<i>costi di esercizio e manutenzione (% costo macchina)</i>		fonte: ENEA per turbine eoliche dimezzate
<i>1-2 anni</i>	0,5 %	
<i>3-10 anni</i>	1 %	
<i>10-20 anni</i>	1,5 %	
<i>20-40 anni</i>	2 %	
<i>costi generali</i>	230,00	(Fonte APER 1998 con introduzione soglia minima)
<i>costi assicurativi</i>	164,57	(Fonte APER 1998)
<i>costi amministrativi delibera 34/05 art.6</i>	0	(120 € + 0.5% controvalore energia art 6 delibera 34/05)
<i>costi gestionali delibera 34/05 art.6</i>	0	(120 € + 0.5% controvalore energia art 6 delibera 34/05)

In realtà, l'adozione della modalità dello scambio sul posto determina l'annullamento dei costi di amministrazione e gestione nonché dei costi dovuti alle imposte.

CANONE USO ACQUA

canone annuo
sovraccanone annuo

- si ipotizza che quello per uso energetico
330 € sia maggiore di quello ad uso potabile
0 € - (solo se $P_n > 220 \text{ kW}$) importo pari a
4.91 €/kW (decreto 925 del 31 gennaio
2006: revisione della misura del
sovraccanone per impianti idroelettrici, ai
sensi dell'articolo 3 della legge 22
dicembre 1980, n. 925)

A.2.6.3. SITUAZIONE 2007**DATI DI RICAVO**

<i>kWh suddivisi per fasce</i>	3942 kWh
<i>Prezzo di acquisto energia</i>	0,21 €/kWh
<i>Prezzo di vendita CV</i>	0,109 €/kWh
<i>Costo evitato per l'acquisto di energia</i>	827,82 €
<i>Ricavi vendita CV</i>	0,00 €
<i>Ricavi totali</i>	827,82 €

INPUT ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA

Inflazione prezzo energia elettrica	4 %
Inflazione	3 %
IRES (Imposta sul reddito delle società)	0 %
IRAP (Imposta regionale delle attività produttive)	0 %
Ammortamento annuo (20 anni)	0 %
Tasso di attualizzazione (WAAC)	8 %

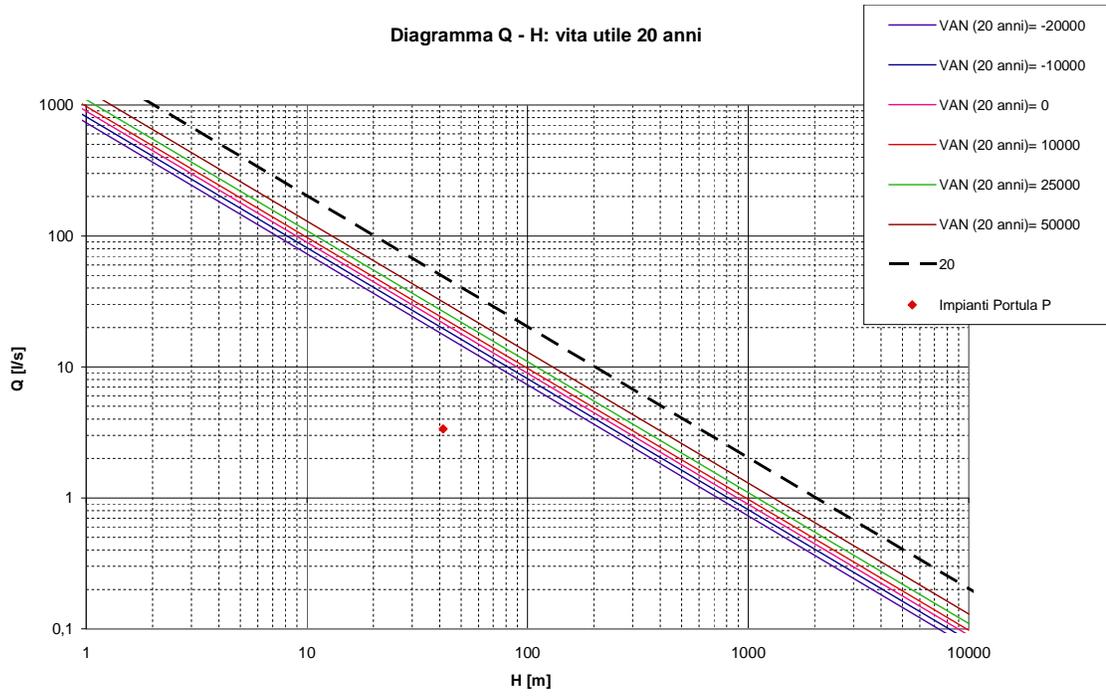


Figura A.15: Grafico del VAN per una vita utile pari a 20 anni

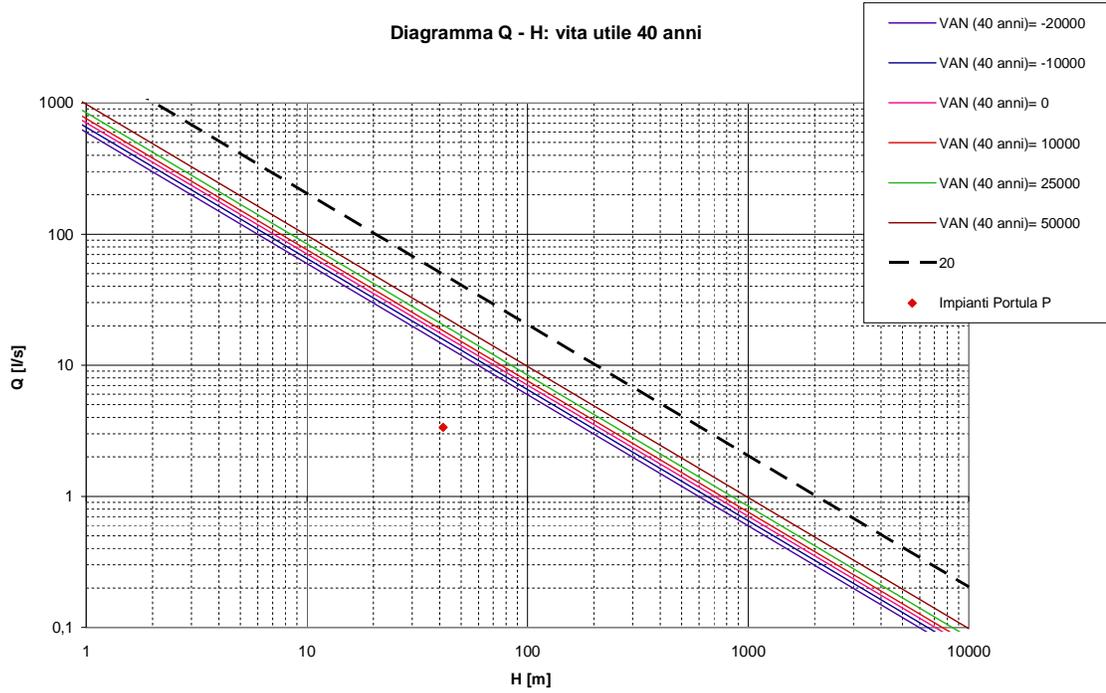


Figura A.16: Grafico del VAN per una vita utile pari a 40 anni

A.2.7. CASO STUDIO RELATIVO AL COMUNE DI TRIVERO

L'acquedotto oggetto del caso studio serve il Comune di Trivero. In Figura A.17 si può osservare l'ubicazione del territorio comunale, che si trova a circa 30 km in direzione Nord-Est da Biella. Si tratta di un centro abitato con una popolazione residente di 6883 persone.



Figura A.17: Foto aerea del Comune di Trivero e Comuni limitrofi (fonte: www.googleearth.com)

Il Comune di Trivero è servito da un acquedotto comunale alimentato da due prese superficiali situate sul Rio Croso delle Lacere a quota 650 m s.l.m.m. e sul Canale della Costa a quota 800 m s.l.m.m., entrambi affluenti di destra del torrente Sesslera. Sul Rio Croso delle Lacere sono disposte una serie di briglie che creano delle vasche di calma, dall'ultima delle quali è derivata la portata di circa 50 l/s. In questa vasca si raccolgono anche le acque derivate dal Canale della Costa tramite una tubazione di circa 2 km di lunghezza.

La portata totale derivata è raccolta in un serbatoio a quota 650 m s.l.m.m., vicino alla derivazione sul Croso delle Lacere, da cui, tramite un impianto di pompaggio, è sollevata fino ad un bottino di raccolta a quota 950 m s.l.m.m.. La stazione di sollevamento è composta da due pompe, che lavorano alternativamente, da 75 kW con portata di 15 l/s e prevalenza 300 m. In genere l'impianto è in funzione per 12 ore al giorno ma in periodi di siccità rimane in funzione anche per

24 ore, infatti, in base al livello d'acqua nei serbatoi di distribuzione alle utenze, il fontaniere decide se accendere o spegnere l'impianto.

Al bottino di raccolta si aggiungono anche le acque derivate da un gruppo di 5 sorgenti, di cui una è stata sommersa da una frana, situate all'Alpe Scalveuci a quota 1.000 m s.l.m.m. circa. Tramite una galleria in roccia, scavata negli anni '50 e lunga circa 2 km, le acque vengono convogliate nel serbatoio in località Craviolo, avente una capacità d'accumulo di 400 m³ e quota di sfioro a 934 m s.l.m.m.. All'interno della galleria vengono inoltre captate le acque di 16 sorgenti di modesta entità, che, in condizioni di siccità, sono praticamente asciutte.

Da questo serbatoio parte una condotta, di lunghezza totale di 3,6 km circa, che alimenta 5 serbatoi, con una capacità totale di accumulo di 2.300 m³, disposti a cascata da cui partono le distribuzioni agli utenti del Comune. L'ultimo serbatoio è a quota 550 m s.l.m.m. e quando il livello d'acqua si trova alla quota di sfioro, vengono spente le pompe della stazione di sollevamento. I serbatoi sono necessari per ridurre la pressione troppo alta dovuta al dislivello tra il primo serbatoio e l'ultima utenza, rappresentata dalla frazione di Ponzzone a quota 480 m s.l.m.m.. Inoltre le portate sfiorate dal troppo pieno di ogni serbatoio sono recuperate e convogliate verso il serbatoio più a valle.

Oltre all'acquedotto comunale esistono anche 15 acquedotti privati rurali che servono le singole frazioni comunali. Si tratta di sistemi molto semplici che si aggiungono al servizio comunale. Infatti molti utenti sono serviti sia dall'acquedotto comunale sia da quello frazionale, ma, in caso di siccità, i sistemi acquedottistici privati sono i primi ad andare in crisi e gli utenti devono così ricorrere all'acquedotto comunale che, inevitabilmente, si trova così a dover rispondere ad una domanda maggiore in periodo di carenza idrica. Un'altra situazione anomala è dovuta al fatto che gli stessi serbatoi degli acquedotti privati sono alimentati anche dall'acquedotto comunale oltre che dalle proprie fonti, in quanto queste ultime non sono sufficienti a soddisfare la richiesta idrica.

Di seguito viene riportato un riassunto dei dati di base caratterizzanti l'impianto:

- Sorgenti – quota:

Rio Croso delle Lacere – 650 m s.l.m.m.;

Canale della Costa – 800 m s.l.m.m.

Gruppo Trivero 1 – 940 m s.l.m.m.

Gruppo Trivero 2 – 1130 - 1050 m. s.l.m.m.

gestione: comunale;

portata media: 113.33 l/s;

- Serbatoio:

capacità: 400 m³;

quota di sfioro: 934 m s.l.m.m.;

- Condotta di adduzione:

lunghezza: 238 m;

materiale: PVC;

coefficiente di Strickler: 120 m^{1/3}s⁻¹;

diametro nominale 200 mm;

A.2.7.1. DATI TECNICI DA ANALIZZARE

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di una mini-turbina posizionata allo sbocco della condotta che trasporta la portata dal bottino di riunione, a quota 950 m s.l.m.m., al serbatoio, a quota 934 m s.l.m.m. in modo da sfruttare l'attuale perdita totale del carico piezometrico in quel punto, dovendo l'acqua passare dalla condotta in pressione alla vasca a pelo libero.

In prossimità dello sbocco della condotta verso il serbatoio può essere prevista la costruzione di un fabbricato dove troveranno luogo, oltre al gruppo turbina-alternatore, tutte le apparecchiature di raddrizzamento della corrente elettrica e di gestione e controllo della stessa, nonché le apparecchiature di controllo della portata ed i dispositivi di by-pass per assicurare sempre condizioni di sicurezza, sia in situazioni ordinarie, sia in situazioni di criticità quali, ad esempio, durante periodi di manutenzione od i periodi di siccità.

Noti i dati necessari, è possibile calcolare i valori delle perdite di carico distribuite, tenendo conto di:

- diametro nominale della condotta, pari a 200 mm;
- coefficiente di Strickler, per condotta in acciaio, non nuova, pari a $120 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$;
- lunghezza della condotta oggetto del caso studio pari a 238 m.

COMUNE		TRIVERO	
		DATI RILEVATI	DATI REGIONE
SORGENTE	Quota [m s.l.m.m.]	970	950
	Portata [l/s]	113,33	12
CONDOTTA	Materiale	PVC	PVC
	D [mm]	200	200
	ks [$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$]	120	120
	L [m]	238	2000
PERDITE DI CARICO	J [-]	0,049	0,001
	ΔH [m]	12	1
SERBATOIO	Quota [m s.l.m.m.]	934	934
P [kW]		27,129	1,754

Tabella A.4: Riassunto dei due casi

Non avendo altre informazioni sulla portata come ad esempio una serie annuale, in realtà indispensabile onde assicurare la veridicità di stime di questo tipo, l'analisi viene effettuata utilizzando il valore di portata misurato dal personale del Comune come portata media annua, ottenendo un salto utile:

$$H_v = 24.41 \text{ m}$$

che determina un valore di potenza nominale pari a:

$$P_n = 27.129 \text{ kW}$$

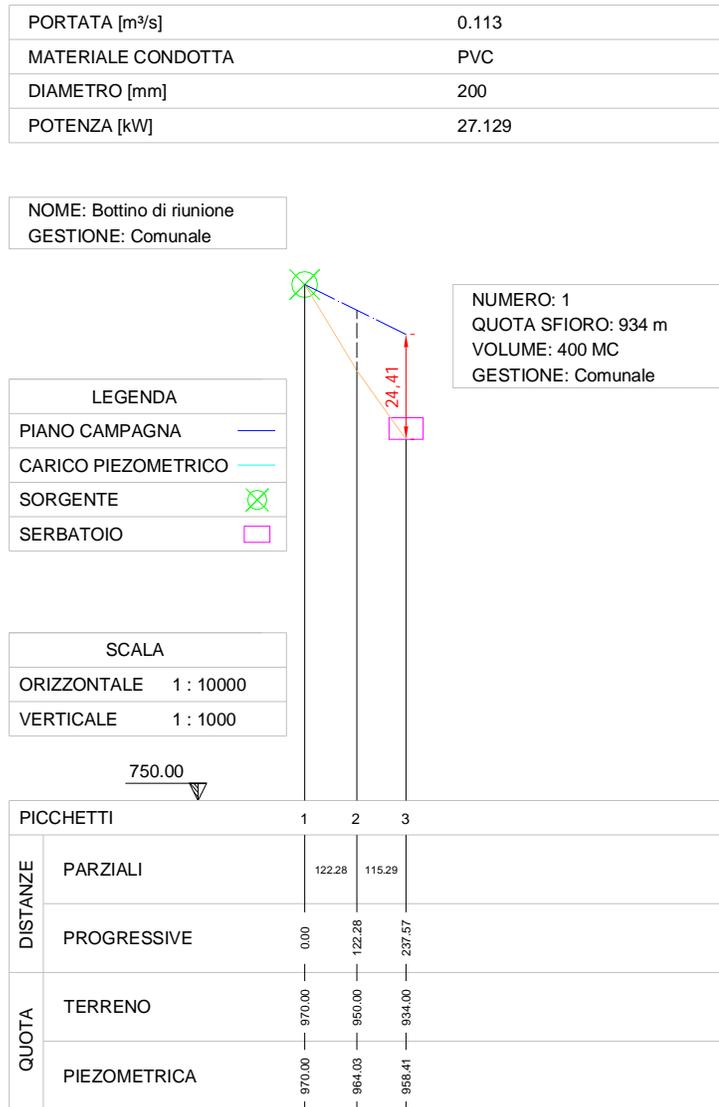


Figura A.19: Profilo condotta-carico piezometrico caso studio Trivero

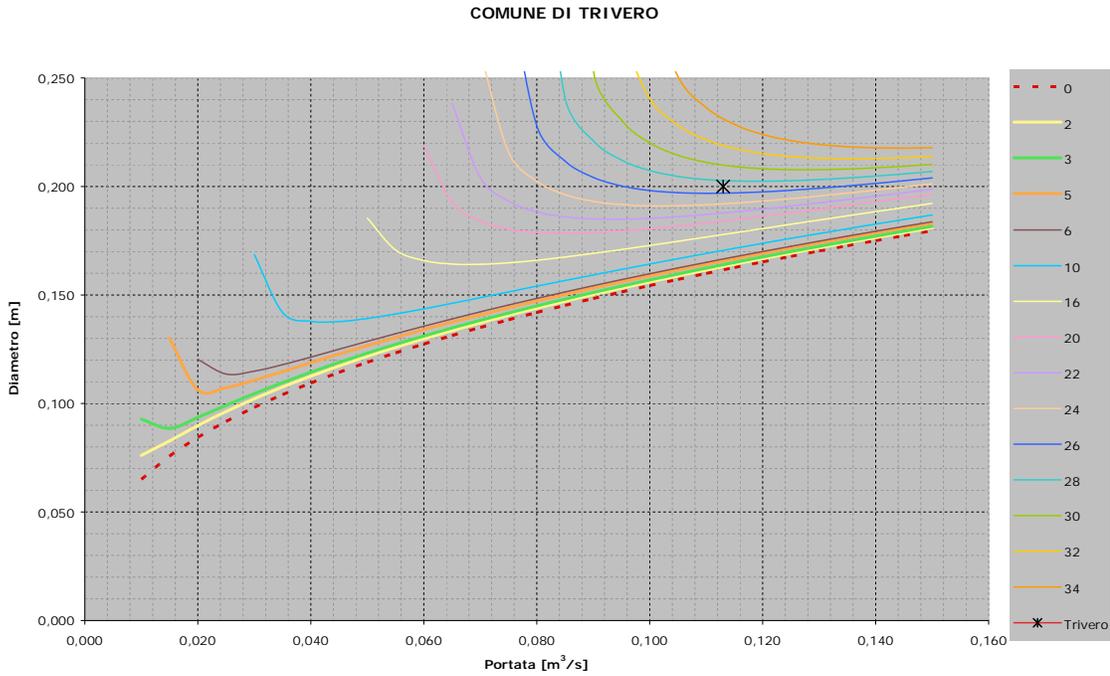


Figura A.20: Curve di isopotenza in funzione della portata e del diametro della condotta di adduzione per l’acquedotto del Comune di Trivero oggetto di studio

Il calcolo della quantità di energia prodotta durante l’anno, nonché del relativo numero di Certificati Verdi, viene eseguito mediante un foglio di calcolo, un estratto del quale viene presentato sotto:

QUANTITA' DI ENERGIA PRODOTTA

rendimento di produzione
giorni annui
ore giorno

Producibilità annua
Producibilità annua
CV da 50MWh

0,3 ←
365 giorni
24 ore

73584 kWh
73,584 MWh
1 CV

- Il rendimento comprende sia il rendimento globale della turbina che il rendimento legato alla disponibilità della portata di progetto

A.2.7.2. ANALISI ECONOMICA

Per lo studio della fattibilità si procede stimando le quantità con valutazioni di massima derivanti dall’esperienza tecnica: esse sono perlopiù funzioni che sommano ad un valore costante un valore che è funzione della potenza nominale dell’impianto.

Il computo è stato eseguito per mezzo di un foglio di calcolo, di cui vengono presentati alcuni estratti, specificando a lato le formule utilizzate nei calcoli.

DATI DI INVESTIMENTO		
Opere civili + IVA	18000 €	← €kW valutato con legge di regressione (potenza) $y = 10224x^{(0.1682)}$ da valutazione di massima
Turbina e generatore		
Montaggio e messa in esercizio		
Quadro comando, regolazione e gestione		← €kW valutato con legge di regressione (potenza) $y = 25182x^{(-0.6855)}$ da preventivi Sciarini
Sonda livello		
Messa in esercizio		
+IVA 20%	72000,00 €	
Progettazione, varie ed eventuali	27000,00 €	← Incremento del 30% per progettazione, imprevisti e varie ed eventuali
Totale investimento iniziale	117000,00 €	

Tra i dati di maggior interesse vi è quello dell'ammontare dell'investimento iniziale, somma a cui deve far fronte la committenza per portare a termine i lavori di progettazione, acquisto dei materiali e messa in esercizio dell'intero impianto, che nel caso da noi studiato raggiunge la cifra di:

€117000.00

Successivamente vengono analizzati quelli che sono i costi di esercizio e manutenzione, stimati come percentuale, crescente negli anni, del costo della macchina, i costi generali, assicurativi, amministrativi e gestionali, infine i costi relativi al canone uso acqua.

DATI DI GESTIONE		
<i>costi di esercizio e manutenzione (% costo macchina)</i>		fonte: ENEA per turbine eoliche
1-2 anni	1 %	
3-10 anni	2 %	
10-20 anni	3 %	
20-40 anni	4 %	
<i>costi generali</i>	500,00 €	(Fonte APER 1998 con introduzione soglia minima)
<i>costi assicurativi</i>	2588,00 €	(Fonte APER 1998)
<i>costi amministrativi delibera 34/05 art.6</i>	155,47 €	(120 € + 0.5% controvalore energia art 6 delibera 34/05)
<i>costi gestionali delibera 34/05 art.6</i>	155,47 €	(120 € + 0.5% controvalore energia art 6 delibera 34/05)
<i>costi vari art 19 e 40 Testo Integrato</i>	2764,6928 €	800€ servizio di misura + 0,0267*kWh prodotti per trasmissione

In questo caso, essendo la potenza prodotta superiore ai 20 kW, non è possibile adottare la modalità dello scambio sul posto, per cui non si ha l'annullamento dei costi di amministrazione e gestione nonché dei costi dovuti alle imposte.

CANONE USO ACQUA

canone annuo
sovraccanone annuo

383,6 € - si ipotizza che quello per uso energetico
0 € sia maggiore di quello ad uso potabile
- (solo se $P_n > 220 \text{kW}$) importo pari a
4.91 €/kW (decreto 925 del 31 gennaio
2006: revisione della misura del
sovraccanone per impianti idroelettrici, ai
sensi dell'articolo 3 della legge 22
dicembre 1980, n. 925)

A.2.7.3. SITUAZIONE 2007

DATI DI RICAVO

<i>kWh suddivisi per fasce</i>	73584	0	0	0 kWh
<i>Prezzo di vendita energia</i>	0,0964	0,0812	0,071	0,069 €/kWh
<i>Prezzo di vendita CV</i>	0,13749 €/kWh			(prezzo di riferimento 2006) solo per i
<i>Ricavi vendita energia</i>	7093,4976 €			
<i>Ricavi vendita CV</i>	5499,60 €			Applicato fattore pari a 0.8 sul prezzo
<i>Ricavi componente CTR</i>	242,8272 €			0,0033

INPUT ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA

Inflazione	3 %
IRES (Imposta sul reddito delle società)	33 %
IRAP (Imposta regionale delle attività produttive)	4,25 %
Ammortamento annuo (20 anni)	5 %
Tasso di attualizzazione (WAAC)	8 %
(si considerano scenari con WACC variabile tra l'8% e il 14%)	

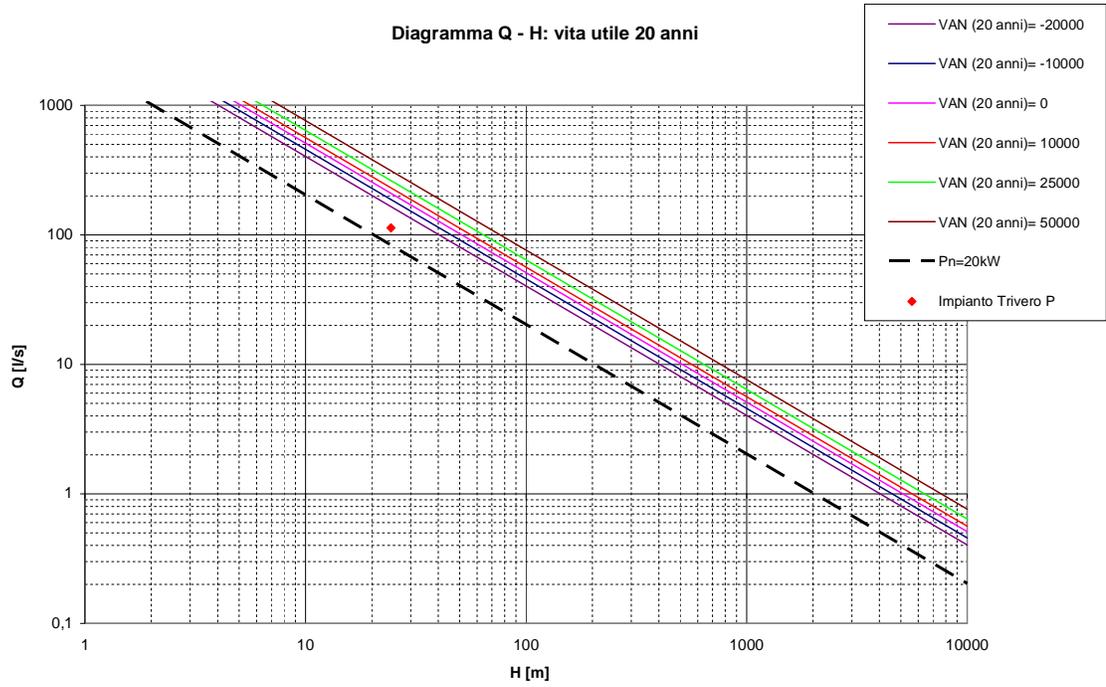


Figura A.21: Grafico del VAN per una vita utile pari a 20 anni

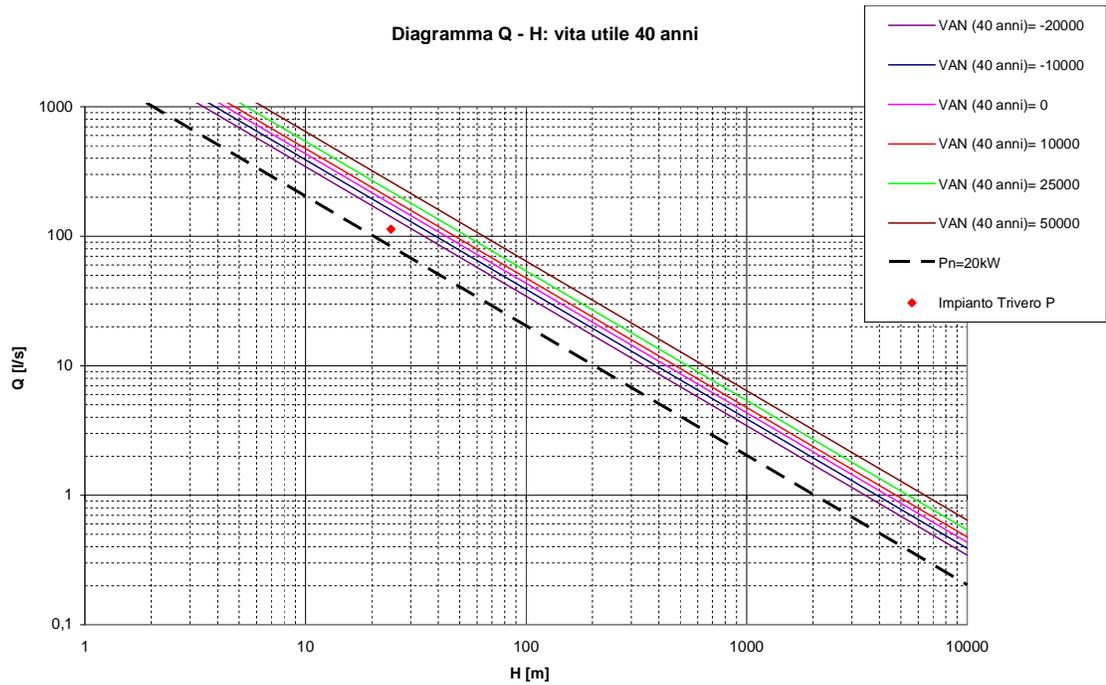


Figura A.22: Grafico del VAN per una vita utile pari a 40 anni

Le stesse analisi sono state svolte per i Comuni di Ailoche, Caprile, Coggiola, Crevacuore, Guardabosone, Sostegno, Portula, e Postua, ottenendo i valori di potenza che si riportano in Tabella A.5.

Comune	Codice Impianto	Database		Caso studio						
		PNI,A [kW]	PNI,B [kW]	P [kW]	Q _{med} [m ³ /s]	H _u [m]	L [m]	D [mm]	Materiale	k _s [m ^{1/3} /s]
Ailoche	208501001/2	8,103	9,75	3,354	0,001	342	2223	50	Acciaio	75
Ailoche	208601001	0,98	12,9	2,369	0,004	64	1759	63	PEAD	120
Ailoche	208501001/2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Caprile	208301001	n.d.	n.d.	2,481	0,002	126	681	80	Acciaio	75
Caprile	208301001	n.d.	n.d.	0,899	0,001	92	1165	50	Acciaio	75
Caprile	208301001	11,26	16,72	1,092	0,001	111	1823	50	Acciaio	75
Coggiola	208001001/2/3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Coggiola	208001001/2/3	0,37	0,45	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Coggiola	209002001/2	0,1	0,1	0,415	0,0003	127	1467	48	Acciaio	75
Coggiola	209002001/2	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Crevacuore	208802001/2/3/4/5	n.d.	n.d.	n.d.	0,008	23	2379	80	Acciaio	75
Portula	210001001/2/3/4	2,07	4,85	1,369	0,003	41	820	50	Acciaio	75
Portula	210101001	0,26	0,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Portula	210401001	0,97	1,32	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Portula	210201001	1,96	2,83	1,049	0,002	64	820	50	Acciaio	75
Portula	210501001/2	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Postua	208201001	1,67	2,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Postua	208401001	0,59	1,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pray	209602001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pray	209602002	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pray	209601004/209601001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pray	209601001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pray	209601001	18,1	23,32	0,324	0,008	4	2297	80	Acciaio	75
Pray_nuovo	209601001	-	-	8,847	0,008	120	2305	100	Acciaio	75
Trivero	209901001/2	31,78	30,92	27,129	0,113	24	238	200	PVC	120

Tabella A.5: Potenze ottenute per gli impianti acquedottistici comunali del comprensorio della Valle Sessera

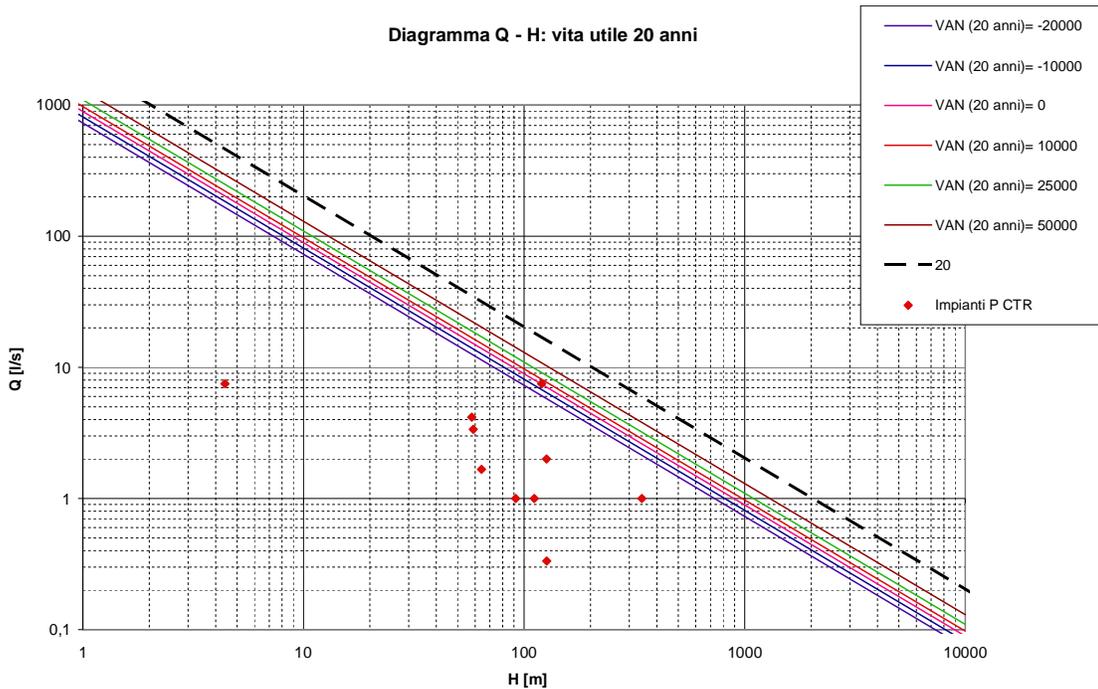


Figura A.23: Grafico del VAN per una vita utile pari a 20 anni

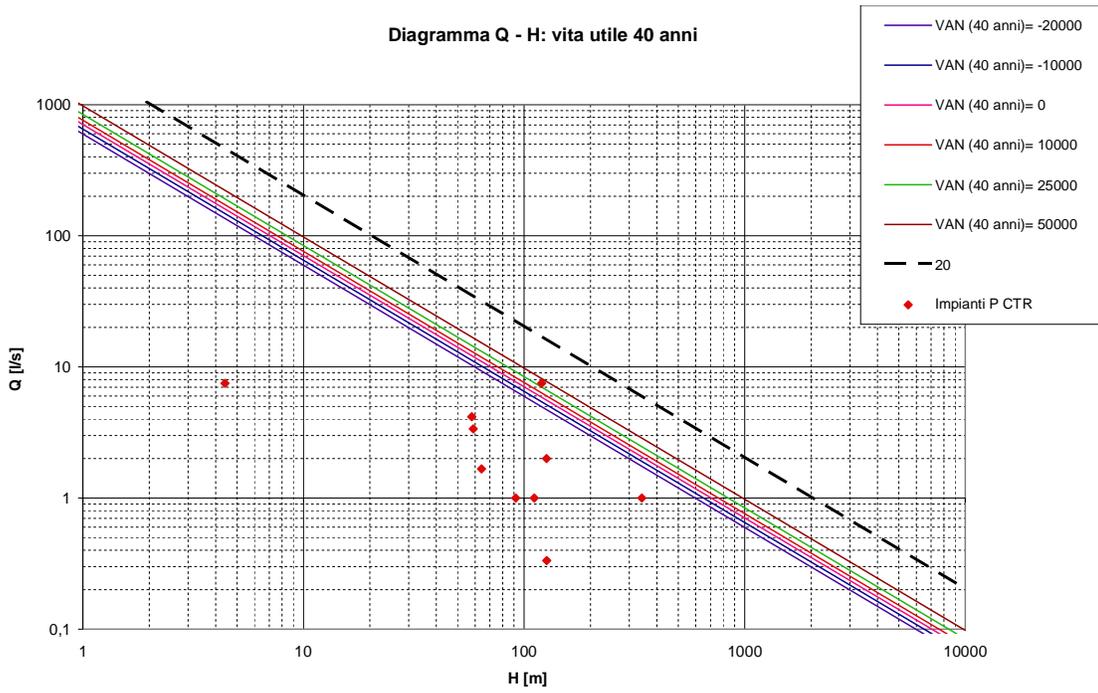


Figura A.24: Grafico del VAN per una vita utile pari a 20 anni

A.3. CASO STUDIO RELATIVO AL COMUNE DI LIMONE PIEMONTE

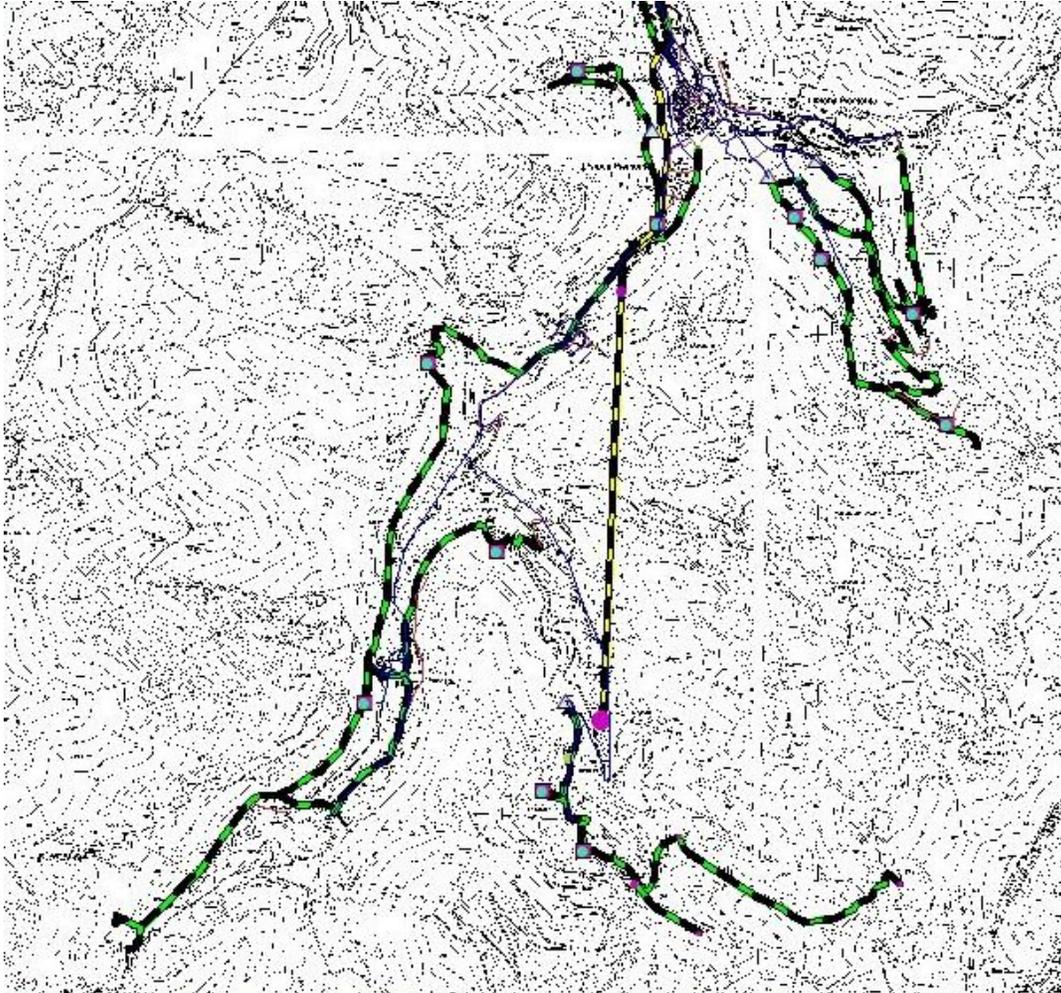


Figura A.25 Estratto CTR e planimetria rete idrica Comune di Limone Piemonte

Prendendo visione della planimetria della rete idrica del Comune di Limone Piemonte e indagando tramite l'ausilio del software GIS i dati riguardanti la portata emunta dalle sorgenti presenti nel territorio Comunale, si osserva la presenza di una sorgente, denominata: "Sorgente Colle di Tenda" gestita dall'Azienda Consortile Acquedotto delle Langhe e Alpi Cuneesi, posta a quota 1270 m s.l.m, con una portata media (dato ACDIPOME) pari a 250 l/s che risulta essere la seconda in termini di portata nell'ambito dell'ATO 4. Come si può osservare in Figura A.25, all'altro estremo della condotta che parte dalla sorgente Colle di Tenda, incrociando la linea che descrive la condotta con la curva di livello più prossima, si può leggere una quota pari a circa 1020 m s.l.m.m.

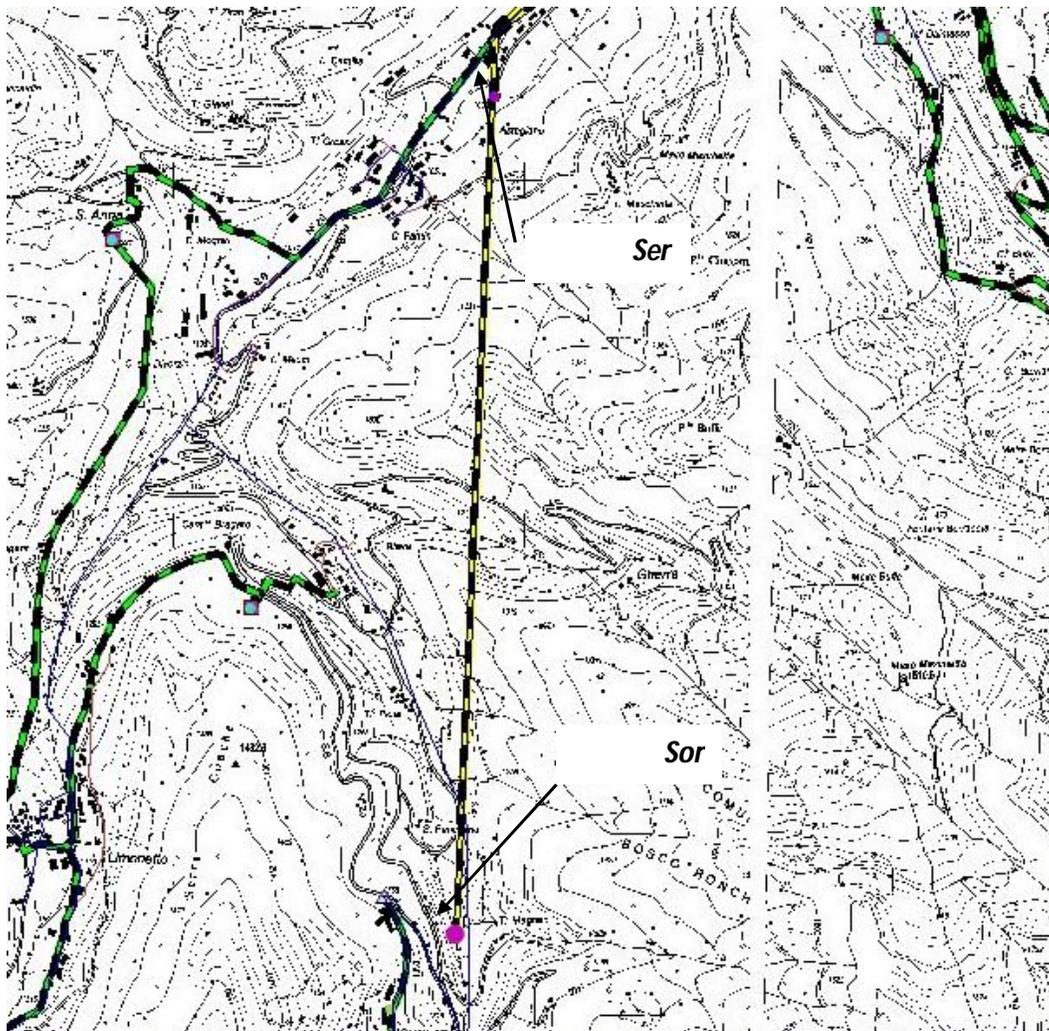


Figura A.26: Estratto CTR e planimetria rete idrica caso studio nel Comune di Limone Piemonte

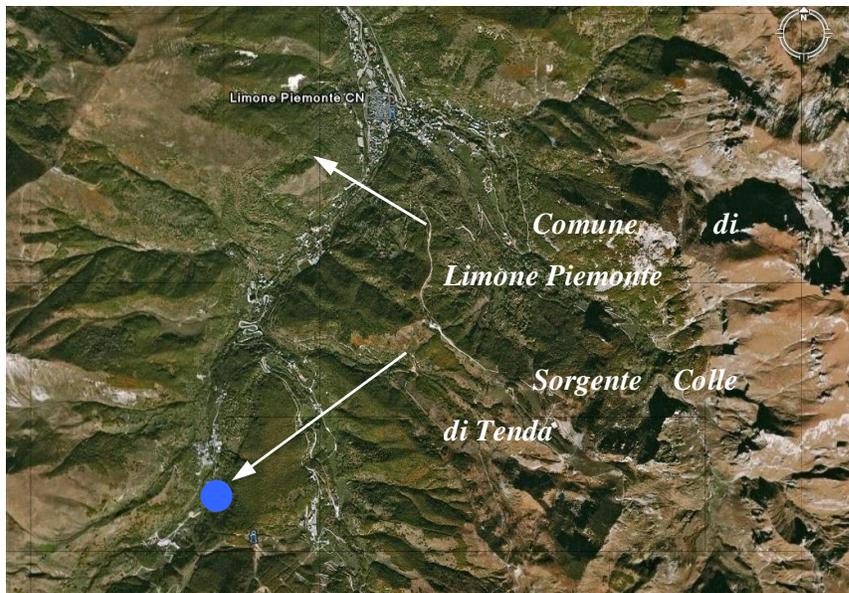
Ci si trova quindi in presenza di una portata elevata associata ad un dislivello considerevole, pari a circa 250 m. Inoltre, la condotta che collega la sorgente Colle di Tenda al Comune di Limone Piemonte risulta essere di acciaio e avere un diametro pari a 700 mm. A primo impatto sembra di aver trovato un caso significativo. La perfetta linearità della condotta, però, se paragonata al resto delle condotte presenti nel database, fa sorgere subito dubbi riguardo la veridicità dei dati estrapolati dal database. Si è proceduto quindi contattando il gestore della rete idrica oggetto di studio.

Dopo il sopralluogo presso gli uffici dell'Acquedotto delle Langhe e Alpi Cuneesi si è dedotto quanto riassunto in Tabella A.6:

Tabella A.6: Riassunto dati identificativi sorgente in esame

Codice gestore	MO55
Gestore	Acquedotto delle Langhe e Alpi Cuneesi
Comune	Limone Piemonte
Codice Impianto di captazione	417901001
Denominazione	Sorgente di Tenda
Località	Galleria ferroviaria

Dalla foto aerea proposta in Figura A.26, è possibile osservare la posizione della sorgente: essa si trova a un chilometro circa in linea d'aria a sud dell'abitato del Comune di Limone Piemonte.

**Figura A.27:** Foto aerea Comune di Limone Piemonte (fonte www.googleearth.com)

La portata estratta dalla sorgente viene immessa in una condotta rettilinea, nonostante le irregolarità del terreno. Questa particolarità è dovuta alla posizione della condotta stessa: essa, infatti, è stata collocata all'interno della galleria ferroviaria che porta a Limone Piemonte. Allo sbocco della galleria, la portata viene riversata in una vasca di raccolta a pelo libero e immessa nella condotta in pressione, che mantiene l'altezza piezometrica costante al suo interno, al lordo delle

perdite di carico, sino al serbatoio di Bric Berico, dove viene riversata in una vasca di carico di capacità 5000 m³.

Lungo il suo percorso, una parte minoritaria della portata viene distribuita agli abitati di Pianfei, Magliano Alpi e Fossano.

L'Acquedotto delle Langhe e Alpi Cuneesi integra quindi i fabbisogni dei Comuni allacciati lungo la condotta principale benchè essi siano già serviti da un altro impianto. L'incidenza della derivazione è codificata da un contratto che stabilisce le portate massime, ma il consumo delle stesse è demandato al libero arbitrio dei Comuni che, all'interno della portata contrattuale, ne gestiscono il prelievo. L'acqua prelevata viene addotta da un serbatoio di compenso e quindi l'incidenza sulla portata trasportata è mediata su un periodo più lungo. Occorre poi notare che, alla distanza di 6900 m dalla sorgente di Limone Piemonte, la condotta riceve la portata di un'altra sorgente, i cui dati sono definiti nella Tabella A.7.

Tabella A.7: Riassunto dati identificativi sorgente RENETTA

Codice gestore	MO55
Gestore	Comune di Vernante
Comune	Vernante
Codice Impianto di captazione	415501001
Denominazione	Sorgente Renetta
Località	Renetta

Dai dati derivanti dal censimento della Regione Piemonte ricaviamo una portata minima di 15 l/s e una portata massima di 50 l/s.

Dalla sorgente al serbatoio, pur subendo la condotta notevoli cambiamenti di intensità e verso di pendenza, il dislivello tra il serbatoio di Bric Berico, dove la portata viene raccolta, e la sorgente risulta essere pari a 206 m. Nei pressi del serbatoio la portata avrebbe ancora, secondo le prime stime, una energia potenziale pari a circa 120 m di colonna d'acqua.

Risulta ovvio individuare quindi un errore molto grave nell'inserimento del dato della quota della Sorgente di Tenda nel database che esclude il sito da un ulteriore approfondimento di indagine. L'errore è causato con molta probabilità dall'aver letto la quota della sorgente dalla carta

CTR attraverso una stima della curva di livello più vicina alla sorgente, senza tenere conto del fatto che la sorgente non si trova in superficie, ma all'interno di una galleria ferroviaria.

In un'attività di valutazione di inserimento di impianti micro-hydro in sistemi acquedottistici è possibile riscontrare simili errori di valutazione, avendo a che fare con dati relativi all'intera Regione che devono sempre essere verificati in una fase di indagine approfondita.