

Relazione tecnica giugno 2005

Sostituzione condotta adduzione sorgenti in valle d'Arbedo e ricupero energetico Acquedotto di Arbedo-Castione

Progetto Nr. 101279

Incarico Nr. 151509

Elaborato da
Studio d'ingegneria G. Sciarini
CH-6574 Vira Gambarogno

Per incarico del
Municipio di Arbedo-Castione



Auftraggeber:

Municipio di Arbedo-Castione
Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

Studio d'ingegneria G. Sciarini. CH 6574 Vira Gambarogno

Autoren:

Michela Conti

Begleitgruppe:

Martin Bölli

Impressum Titel

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms „Energie und Umwelt“ des Bundesamts für Energie BFE erstellt.
Für den Inhalt ist alleine der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

Indice

1. Introduzione	5
2. Basi di progetto	5
2.1 Tracciato della nuova condotta di adduzione	5
2.2 Portate	6
3. Variante A: senza ricupero energetico (piano no. 2380-001)	7
3.1 Camere di rottura	7
3.2 Condotte	7
3.3 Allacciamenti	8
3.4 Preventivo di spesa	8
4. Variante B: con ricupero energetico (piano no. 2380-002 e -003)	9
4.1 Posizione della turbina	9
4.2 Posizione della camera di carico	9
4.3 Dimensionamento della nuova condotta	10
4.3.1 Varianti	10
4.3.2 Salto netto	11
4.3.3 Linea di pressione	12
4.3.4 Potenza e produzione energetica	13
4.3.5 Aspetti finanziari	14
4.3.6 Scelta del diametro	15
4.4 Aspetti tecnici - costruttivi	16
4.4.1 Turbina e generatore	16
4.4.2 Camera di carico a 720 m s.m.	16
4.4.3 Telemisura e telegestione	16
4.4.4 Sicurezza di approvvigionamento al serbatoio	17
4.4.5 Allacciamenti	17
4.5 Costi e redditività	18
4.5.1 Preventivo di spesa	18
4.5.2 Costo annuo	18
4.5.3 Redditività	19
5. Conclusioni	22

Riassunto

Nell'ambito del progetto di sostituzione della condotta di adduzione delle sorgenti captate in valle d'Arbedo, sussiste la fattibilità tecnica di inserire al serbatoio Croce una microcentrale per il ricupero energetico, sfruttando il salto dell'acqua in caduta da una nuova camera di carico a 720 m s.m. al serbatoio a ca. 380 m s.m..

In base ai dati di portata a disposizione ($Q_{\text{med}} = 12 \text{ l/s}$) e applicando un tasso d'interesse sugli investimenti del 3% (con 50 anni di ammortamento per le opere di genio civile e 20 anni per le opere elettromeccaniche), in dipendenza del prezzo di ripresa dell'energia da parte delle Aziende Municipalizzate di Bellinzona, la redditività dell'impianto si situa tra l'autofinanziamento con un prezzo di ripresa di 9 cts/kWh ed un utile annuo di ca. fr. 12'000.- con un prezzo di ripresa di 15 cts/kWh (in questo caso sarebbe finanziato dal ricupero energetico ca. il 72% dell'investimento delle opere comunque necessarie anche senza la microcentrale).

La realizzazione della microcentrale rappresenta evidentemente la miglior soluzione anche dal punto di vista ambientale, recuperando un'energia pulita e rinnovabile che con la realizzazione della variante senza ricupero energetico (condotta a pelo libero e camere di rottura dell'energia) andrebbe totalmente persa.

1. Introduzione

In data 2 marzo '05 il Lodevole Municipio di Arbedo-Castione ha incaricato il nostro studio d'ingegneria di allestire il progetto di massima per la sostituzione della condotta di adduzione dell'acqua sorgiva captata in valle d'Arbedo, per il tratto dalla camera di rottura a ca. 620 m s.m. al serbatoio Croce a ca. 380 m s.m..

In alternativa alla posa di una nuova condotta a pelo libero con nuove camere di dissipazione dell'energia, sarà anche valutata la fattibilità di posare una condotta forzata e installare nel serbatoio una microcentrale per il ricupero energetico dell'acqua in caduta.

La progettazione di massima dell'impianto di ricupero energetico è sussidiata dall'Ufficio federale dell'energia nell'ambito del programma "SvizzeraEnergia per le infrastrutture".

2. Basi di progetto

2.1 Tracciato della nuova condotta di adduzione

Attualmente l'acqua captata alle sorgenti Fontane e Fontanone, situate in sponda destra della valle d'Arbedo rispettivamente a ca. 930 e 1'170 m s.m., scorre lungo una condotta PE PN 12.5 $\varnothing_{\text{est}}125/\varnothing_{\text{int}}102.2$ mm che segue per lo più la strada forestale, con camere di dissipazione dell'energia ogni 100 m circa di dislivello.

Il tratto finale tra la camera di rottura a ca. 620 m s.m. ed il serbatoio Croce a ca. 380 m s.m. segue il versante montano, più volte interessato da scoscendimenti che hanno gravemente danneggiato la condotta, che deve pertanto essere sostituita.

Per evitare i pendii instabili e soggetti a scoscendimenti, si prevede di posare la nuova condotta lungo il dosso situato più a nord rispetto all'attuale tracciato, su una lunghezza di ca. 540 ml (cfr. piano no. 2380-001).

Di conseguenza, dalla camera a ca. 620 m s.m. non si scende più direttamente dal versante ma si prosegue lungo la strada forestale sin oltre la galleria. Lungo questo tratto stradale esiste già una condotta che alimenta l'idrante a valle della galleria a ca. 605 m s.m., nonché i rustici a monte della strada a ca. 610÷620 m s.m.

Tra la camera a ca. 620 m s.m. e l'imbocco della galleria la condotta esistente è in PE $\varnothing_{\text{est}}125/\varnothing_{\text{int}}102.2$ mm ed è pertanto idonea per l'adduzione dell'acqua. Sotto la galleria è stata invece rilevata una tubazione in PVC $\varnothing_{\text{est}}90$ mm, non idonea e quindi da sostituire (lunghezza ca. 130 ml).

Complessivamente la condotta in progetto ha dunque una lunghezza di ca. 670 ml.

2.2 Portate

Secondo le indicazioni ricevute dall'Ufficio tecnico comunale, le sorgenti Fontane e Fontanone presentano complessivamente le seguenti portate caratteristiche:

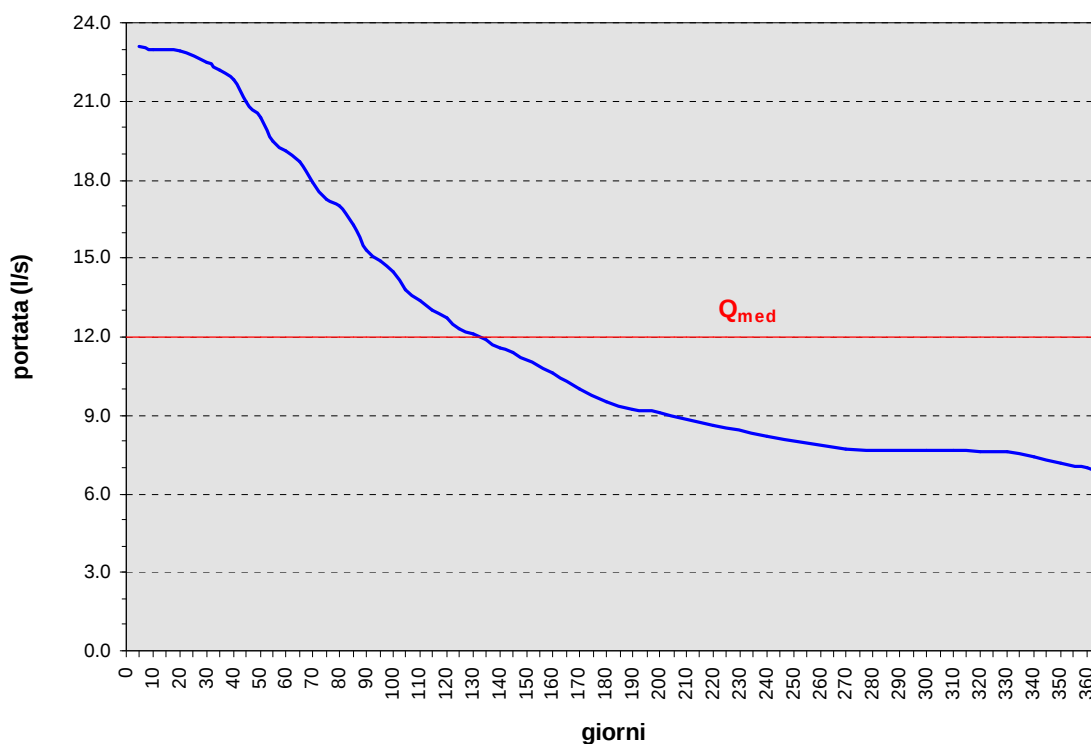
$$Q_{\max} \cong 23 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med}} \cong 12 \text{ l/s}$$

$$Q_{\min} \cong 6 \text{ l/s}$$

Dai dati disponibili non è possibile costruire una curva di frequenza delle portate precisa. Preliminarmente la curva è stata sviluppata estrapolando i valori caratteristici sopraccitati secondo l'oscillazione giornaliera della portata di alcune sorgenti nei comuni vicini, per le quali esiste un rilievo in continuo della portata.

Curva di frequenza della portata delle sorgenti (stima)



Estate (aprile – settembre):

$$Q_{\max} \cong 23 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med}} \cong 16 \text{ l/s}$$

$$Q_{\min} \cong 9 \text{ l/s}$$

Inverno (ottobre – marzo):

$$Q_{\max} \cong 12 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med}} \cong 8 \text{ l/s}$$

$$Q_{\min} \cong 6 \text{ l/s}$$

3. Variante A: senza recupero energetico (piano no. 2380-001)

3.1 Camere di rottura

Per garantire l'erogazione d'acqua alle abitazioni secondarie situate a 610÷620 m s.m. è previsto l'abbandono della camera di dissipazione dell'energia a ca. 620 m s.m. e la costruzione di una nuova camera a valle della galleria a ca. 600 m s.m..

La camera esistente ancora più a monte è situata a ca. 720 m s.m.

Sulla condotta che entra nella nuova camera a 600 m s.m. sarà installata una valvola di tenuta della pressione per la messa in carico della condotta, regolata in modo tale che, indipendentemente dalla portata d'acqua, sia mantenuta una pressione costante di almeno 3-4 bar (che corrispondono a ca. 1-3 bar alle abitazioni).

Anche se il tubo dovesse rimanere completamente in pressione tra 600 e 720 m s.m., non si presentano problemi poiché la pressione nominale della condotta esistente è di 12.5 bar.

Una seconda camera di rottura è prevista a ca. 505 m s.m., a lato della strada forestale.

Le due nuove camere sono previste in calcestruzzo armato, con accesso a misura d'uomo e strutturate analogamente alle camere esistenti sul tratto a monte.

Entrambe sono munite di scarico di fondo e di troppo pieno.

Per la camera a 505 m s.m. l'acqua può essere scaricata nel vicino nuovo canale che affluisce nel torrente Traversagna.

Per la camera a 600 m s.m. non esiste invece un vero e proprio ricettore: l'acqua scaricata è quindi lasciata defluire lungo il versante sino alla strada sottostante dove è raccolta dalle relative canalette. Occorre considerare che grazie alla valvola di tenuta in entrata, il deflusso non raggiunge mai la capacità massima della condotta a valle e, di conseguenza, il troppo pieno non dovrebbe mai entrare in funzione. Nel caso di apertura dello scarico di fondo è auspicato un rilascio d'acqua limitato, in modo tale da evitare effetti erosivi lungo il pendio sottostante.

3.2 Condotte

Tratto in galleria sino alla camera a 600 m s.m. (ca. 130 ml): visto che questa condotta sarà tenuta in pressione dalla valvola sopraccitata, il suo dimensionamento è legato alle perdite di carico risultanti da un deflusso massimo dalle sorgenti di ca. 23 l/s ed alla necessità di mantenere una pressione sufficiente per l'erogazione d'acqua ai rustici situati a 610÷620 m s.m.. In base a questo concetto proponiamo la posa di una condotta DN125 mm, che adottando il PE corrisponde ad un tubo PN 16 $\varnothing_{est}160/\varnothing_{int}130.8$ mm (vedi anche valutazioni al capitolo 4.3).

Questo diametro sarebbe comunque necessario anche in caso di deflusso a pelo libero, a causa della limitata pendenza in galleria.

Tratto tra la camera a 600 m s.m. ed il serbatoio (ca. 540 ml): tenuto conto della forte pendenza e conseguenti elevate velocità di scorrimento (miscela acqua-aria) è prevista la posa di una condotta PE PN16 $\varnothing_{\text{est}}125/\varnothing_{\text{int}}102.2$ mm.

3.3 Allacciamenti

Oltre agli accorgimenti precedentemente descritti per ripristinare l'erogazione d'acqua ai rustici a 610÷620 m s.m., è previsto il ripristino dell'allacciamento all'abitazione secondaria a ca. 530 m s.m., con il collegamento alla nuova camera di rottura a 600 m s.m..

3.4 Preventivo di spesa

Il preventivo di spesa per la variante A (senza ricupero energetico) è già stato allestito in forma dettagliata e risulta pari a **fr. 426'000.-**, inclusi imprevisti, onorario per progetto e D.L. e imposta IVA (cfr. fascicolo allegato).

L'onorario per il progetto definitivo, l'appalto, il progetto esecutivo e la direzione dei lavori è stato calcolato secondo la norma SIA 103, applicando uno sconto del 10%.

Nell'importo non è incluso l'onorario per la progettazione di massima, essendo oggetto di un'offerta separata già approvata dal Lodevole Municipio.

4. Variante B: con recupero energetico (piano no. 2380-002 e -003)

Nella valutazione del concetto per un impianto di recupero energetico sono state valutate diverse soluzioni in funzione:

- Ø della posizione della turbina (presso il serbatoio Croce a ca. 380 m s.m. oppure presso il serbatoio basso a ca. 325 m s.m.);
- Ø della necessità d'inserire una nuova camera di carico e della relativa posizione (salto lordo);
- Ø del dimensionamento della nuova condotta di adduzione e di quella esistente (nel caso in cui quest'ultima sia parte della condotta forzata che alimenta la turbina).

4.1 Posizione della turbina

È stata innanzitutto verificata la fattibilità di inserire l'impianto nella camera di manovra superiore del serbatoio Croce a ca. 380 m s.m., limitando il più possibile interventi di modifica della struttura e delle armature idrauliche esistenti.

L'acqua giunge attualmente in una vaschetta da dove cade nelle due vasche principali. Nonostante le dimensioni relativamente ridotte della vaschetta è possibile installare la turbina sopra la stessa (con un apposito supporto in acciaio), grazie alla disponibilità sul mercato di macchine tipo Pelton con un diametro di base limitato a 70-80 cm (cfr. piano no. 2380-003).

È stata inoltre considerata la possibilità di inserire la turbina nel serbatoio basso a ca. 325 m s.m., in modo tale da sfruttare un maggior salto di ca. 55 m e di avere l'impianto in un luogo accessibile con autoveicoli.

Tuttavia, considerato che sarebbe comunque necessaria una derivazione d'acqua al serbatoio alto (che serve attualmente ca. 800 abitanti), il minor apporto d'acqua al serbatoio basso (unitamente ai maggiori costi per il rifacimento della condotta di adduzione tra i due serbatoi e per il sistema di alimentazione del serbatoio alto) non sono compensati dal salto superiore.

4.2 Posizione della camera di carico

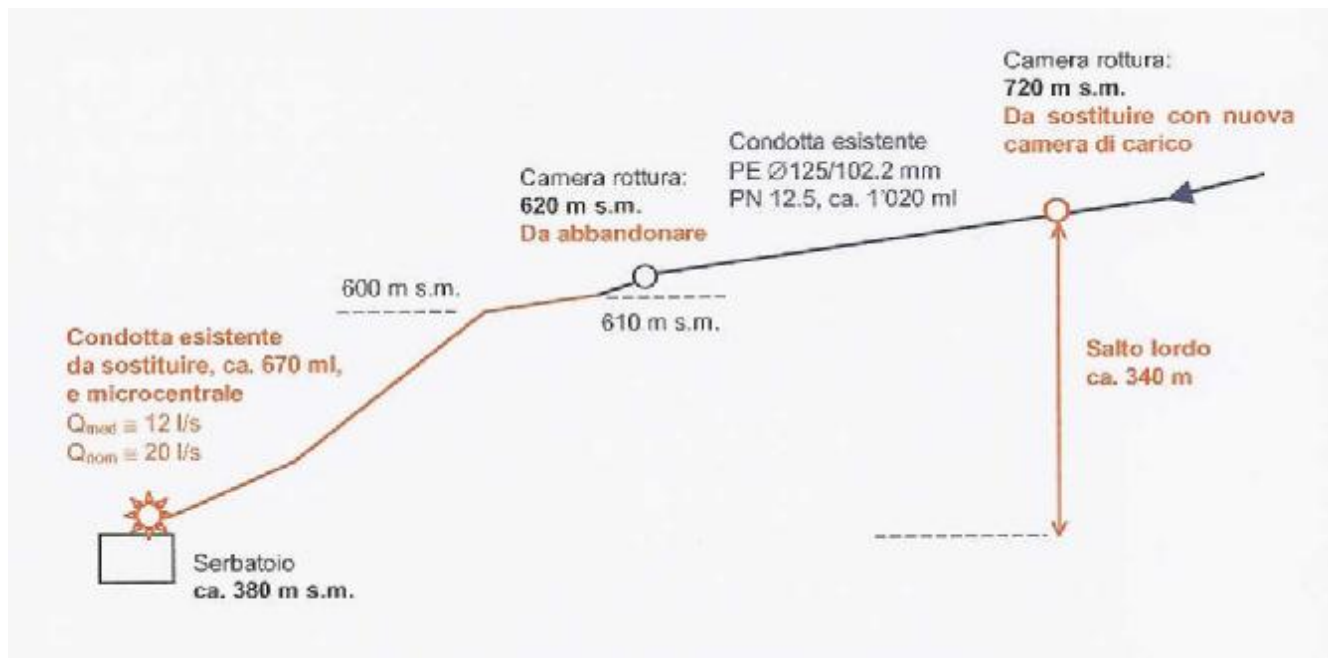
Tenuto conto dell'abbandono della camera di rottura a ca. 620 m s.m., è stata verificata la possibilità di costruire una nuova vasca di carico in sostituzione della camera di rottura a 720 m s.m., sfruttando quindi un salto lordo di:

$$720 \text{ m} - 380 \text{ m} = 340 \text{ m}.$$

Questa soluzione è vincolata alla condotta esistente PE PN12.5 Ø_{est}125/Ø_{int}102.2 mm tra la galleria a ca. 610 m s.m. e la camera a 720 m s.m., su una lunghezza di ben 1'020 ml, che potrebbe determinare perdite di carico importanti, tali da generare punti di sottopressione o pressione nulla. Sulla base dei risultati di questa verifica, presentati al

capitolo 4.3.3, risulta giustificata la scelta di posizionare la camera di carico a 720 m s.m..

Lo schema dell'impianto è dunque il seguente:



4.3 Dimensionamento della nuova condotta

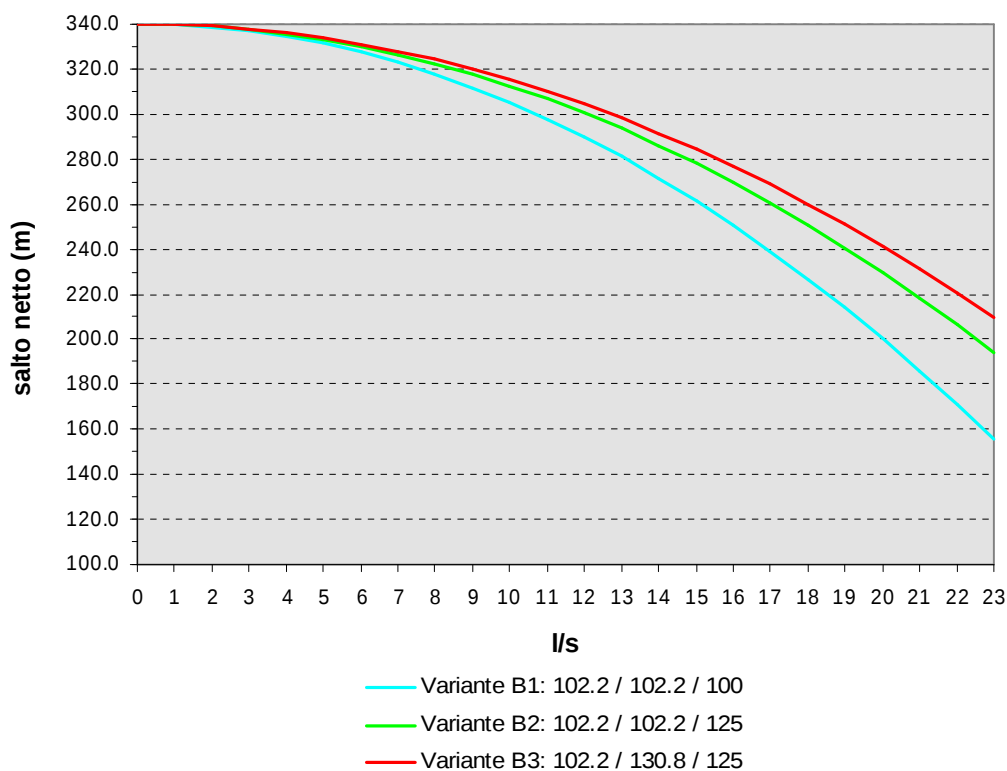
4.3.1 Varianti

Per la scelta del diametro della nuova condotta forzata sono state approfondite tre varianti:

tratto	lungh. (ml)	pressione massima (bar)	variante B1		variante B2		variante B3	
			tipo	di diametro interno (mm)	tipo	di diametro interno (mm)	tipo	di diametro interno (mm)
tra 720 e 610 m s.m. (condotta esistente)	1'020	11	PE PN12.5	102.2	PE PN12.5	102.2	PE PN12.5	102.2
tra 610 e 570 m s.m.	200	15	PE PN16	102.2	PE PN16	102.2	PE PN16	130.8
tra 570 e 380 m s.m. (serbatoio)	470	34	Ghisa Duc Pur PN 40	100	Ghisa Duc Pur PN 40	125	Ghisa Duc Pur PN 40	125

4.3.2 Salto netto

Le perdite di carico nelle condotte determinano il seguente salto netto, in funzione della portata e delle varianti di diametro (calcolo con $k_{\text{strickler}} = 100$):

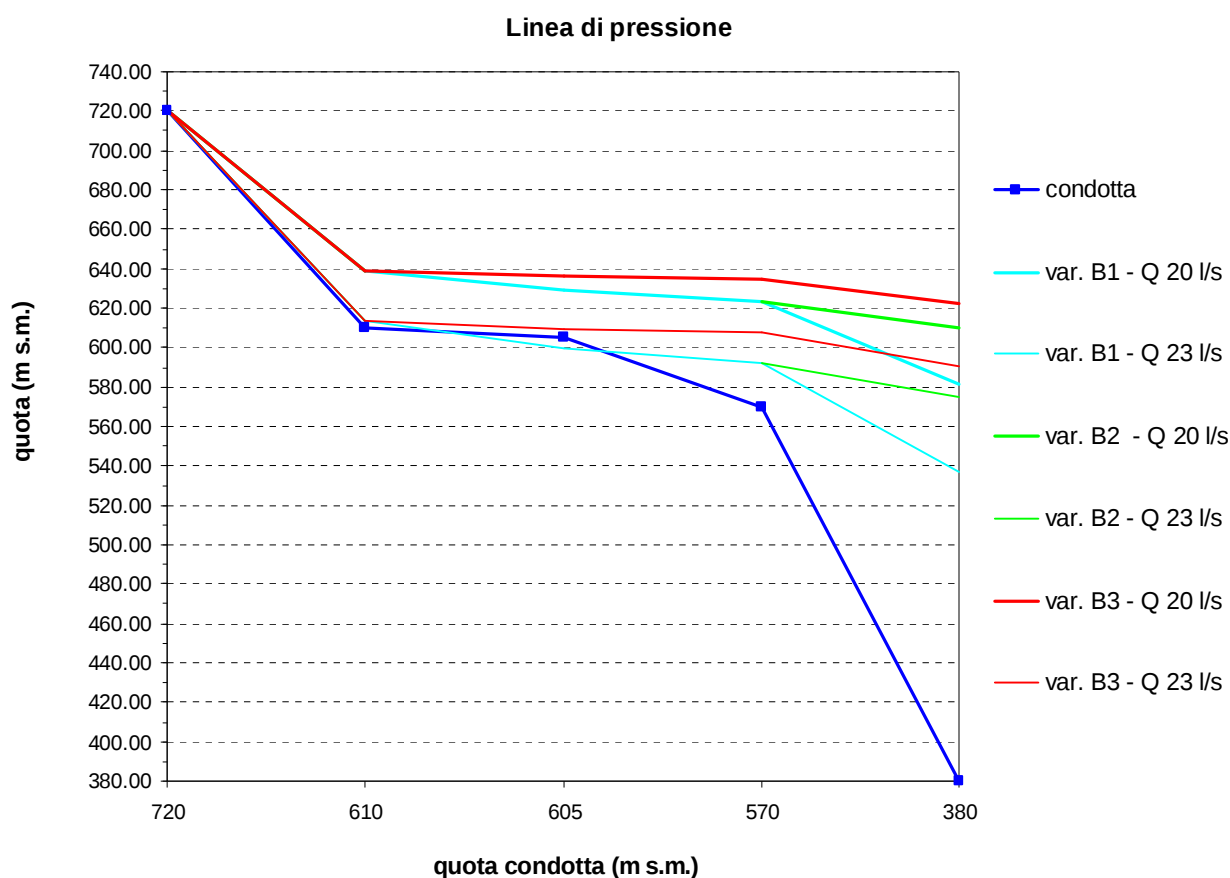


tratto	variante B1			variante B2			variante B3		
	perdite di carico con $Q_{\text{med}} = 12 \text{ l/s}$ (m)	%	% rispetto al salto lordo	perdite di carico con $Q_{\text{med}} = 12 \text{ l/s}$ (m)	%	% rispetto al salto lordo	perdite di carico con $Q_{\text{med}} = 12 \text{ l/s}$ (m)	%	% rispetto al salto lordo
tra 720 e 610 m s.m. (condotta esistente)	29.0	58%	8.5%	29.0	73%	8.5%	29.0	82%	8.5%
tra 610 e 570 m s.m.	5.7	11%	1.7%	5.7	14%	1.7%	1.5	4%	0.4%
tra 570 e 380 m s.m. (serbatoio)	15.0	30%	4.4%	4.6	11%	1.3%	4.6	13%	1.3%
perdite concetrate	0.6	1%	0.2%	0.5	1%	0.1%	0.4	1%	0.1%
perdite di carico totali	50.3	100%	14.8%	39.7	100%	11.7%	35.5	100%	10.4%
salto lordo	340.0			340.0			340.0		
salto netto con $Q_{\text{med}} = 12 \text{ l/s}$	289.7			300.3			304.5		

4.3.3 Linea di pressione

È stata analizzata la linea di pressione lungo la condotta forzata, in funzione del diametro della condotta esistente (tratto tra 720 e 610 m s.m.) e della nuova condotta (tratto tra 610 e 380 m s.m., nelle varianti B1, B2, B3), assumendo la portata massima delle sorgenti di 23 l/s ed una portata di confronto di 20 l/s.

In questo modo è possibile verificare eventuali punti di sottopressione, nonché la pressione a ca. 605 m s.m., dove si dirama l'allacciamento dei rustici situati a 610÷620 m s.m..



Quota condotta (m s.m.)	Linea pressione Q = 20 l/s (k 100)			Linea pressione Q = 23 l/s (k 100)		
	var. B1 (m s.m.)	var. B2 (m s.m.)	var. B3 (m s.m.)	var. B1 (m s.m.)	var. B2 (m s.m.)	var. B3 (m s.m.)
720	720.0	720.0	720.0	720.0	720.0	720.0
610	639.3	639.3	639.3	613.3	613.3	613.3
605	628.7	628.7	636.4	599.2	599.2	609.5
570	623.2	623.2	634.9	591.9	591.9	607.5
380	581.5	610.5	622.2	536.8	575.2	590.7

Con una portata di 23 l/s, le perdite di carico lungo la condotta esistente tra 720 e 610 m s.m. annullano in pratica il salto di 110 m: a 610 m s.m. si ha dunque una pressione pressoché nulla.

Con 20 l/s la pressione a 610 m s.m. è di ca. 3 bar.

Il salto dato dalla condotta esistente è dunque redditizio e non genera lungo la stessa punti di sottopressione.

A quota 605 m s.m., con 23 l/s si verifica nelle varianti B1 e B2 una leggera sottopressione; nella variante B3 risulta una pressione di 0.5 bar, comunque insufficiente per l'erogazione alle abitazioni secondarie situate a 610+620 m s.m..

Con 20 l/s la pressione a 605 m s.m. è di ca. 2.4 bar nelle varianti B1 e B2 e di ca. 3.1 bar nella variante B3 (vale a dire una pressione di ca. 2 bar alle abitazioni).

A garanzia dell'erogazione d'acqua alle abitazioni, la variante B3 risulta dunque più favorevole, ma anch'essa limita la portata massima turbinata a ca. 20 l/s.

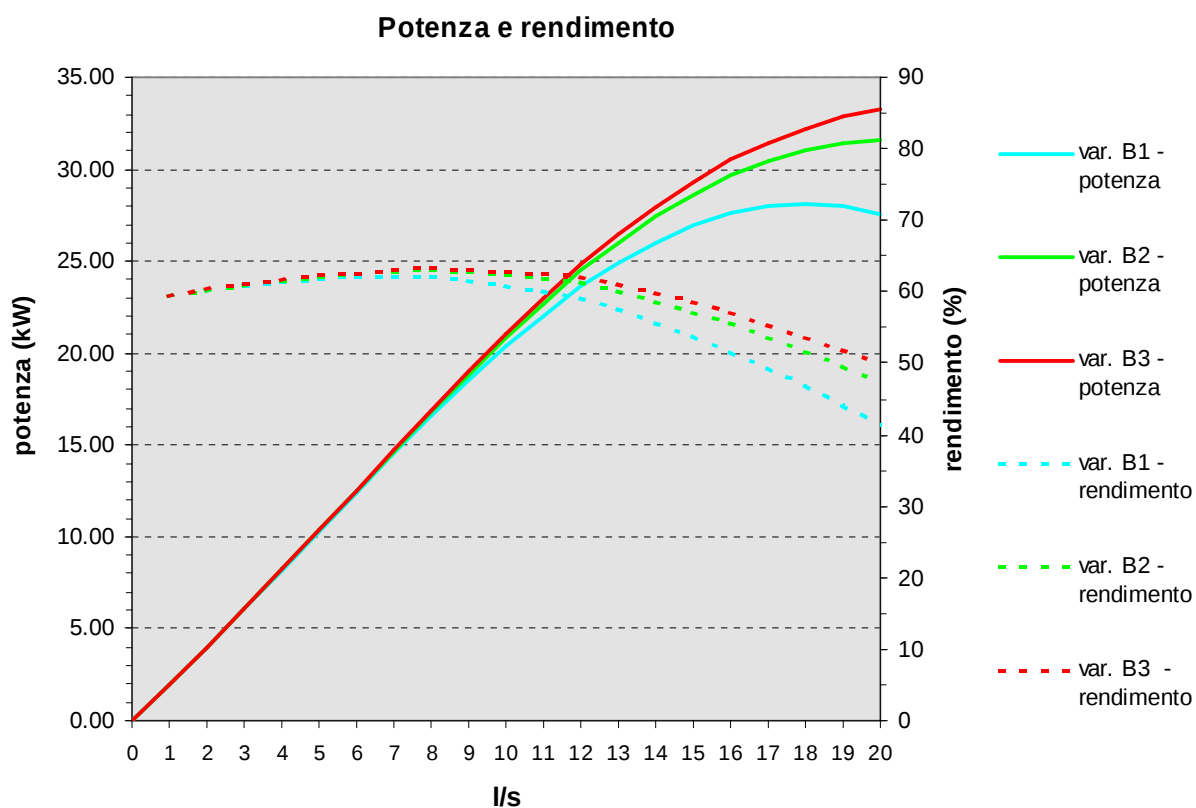
Il turbinaggio sino a 23 l/s implicherebbe anche il potenziamento di parte della condotta esistente sopra i 610 m s.m.. A nostro avviso questo ulteriore intervento non è giustificato, considerato che, in base ai dati a nostra disposizione (cfr. cap. 2.2), la portata massima di 23 l/s si verifica solo raramente. Ciò significa che la maggior produzione energetica non potrebbe compensare i maggiori costi d'investimento. Inoltre, dimensionando la turbina per una portata nominale di 23 l/s, risulterebbe che per gran parte dell'anno la macchina funziona con un rendimento relativamente basso, quindi a scapito della produzione energetica.

Occorre inoltre osservare che la portata massima di 23 l/s (che si verifica presumibilmente in occasione di intense precipitazioni), unitamente alla captazione sul torrente Traversagna, supera ampiamente il fabbisogno in acqua potabile del comune anche in futuro.

4.3.4 Potenza e produzione energetica

Tenuto conto delle perdite lungo la condotta forzata, alla turbina ed al generatore (che per questo impianto determinano rendimenti medi nell'ordine del 60%), risultano i seguenti valori di potenza e di produzione energetica.

Variante	Salto lordo	Portata media turbinata 12 l/s			Energia media con 8'500 ore/anno	Energia secondo la curva di frequenza	Estate	Inverno	Portata massima turbinata 20 l/s		
		Salto netto	Rendimento	Potenza					Salto netto	Rendimento	Potenza
	(m)	(m)	(%)	(kW)	(kWh/anno)		(kWh)	(kWh)	(m)	(%)	(kW)
B1 DN 102.2 / 102.2 / 100	340	290	59.1	23.6	201'000	185'000	111'000	74'000	200	41.3	28
B2 DN 102.2 / 102.2 / 125	340	300	61.2	24.5	208'000	195'000	120'000	75'000	230	47.4	32
B3 DN 102.2 / 130.8 / 125	340	304	62.1	24.9	211'000	200'000	124'000	76'000	241	49.8	33



4.3.5 Aspetti finanziari

Dai calcoli esposti nella seguente tabella si evidenzia che il maggior costo per la posa delle condotte secondo le varianti B2 e B3 è compensato dalla maggior produzione di energia, anche assumendo un prezzo di ripresa di soli 8 cts/kWh (cfr. cap. 4.5).

Variante	Energia secondo la curva di frequenza	Estate	Inverno	Maggior costo rispetto a var. B1	Costo annuo	Ricavo annuo			
						(cfr. cap. 4.5)			
						Rateo annuo 4%	Prezzo di ripresa diff.	Prezzo di ripresa diff.	Prezzo di ripresa diff.
						8 cts/kWh	15 cts/kWh		
	(kWh/anno)	(kWh)	(kWh)	fr.	fr./anno	fr./anno	fr./anno	fr./anno	fr./anno
B1 DN 102.2 / 102.2 / 100	185'000	111'000	74'000			14'800	27'750		
B2 DN 102.2 / 102.2 / 125	195'000	120'000	75'000	20'000	800	15'600	800	29'250	1'500
B3 DN 102.2 / 130.8 / 125	200'000	124'000	76'000	24'000	960	16'000	1'200	30'000	2'250

4.3.6 Scelta del diametro

Tenuto conto dei risultati esposti nei precedenti capitoli, proponiamo la scelta della variante B3, vale a dire il tubo PE PN 16 $\varnothing_{\text{est}}160/\varnothing_{\text{int}}130.8$ mm per la tratta tra 610 e 570 m s.m. ed il tubo ghisa PN 40 $\varnothing125$ mm per la tratta tra 570 e 380 m s.m..

Grazie a questa scelta, con la portata media di 12 l/s le perdite di carico sono complessivamente limitate a ca. il 10% del salto lordo (cap. 4.3.2), nonostante le perdite relativamente importanti lungo la condotta esistente PE $\varnothing_{\text{est}}125/\varnothing_{\text{int}}102.2$ mm sul tratto tra 720 e 610 m s.m. (pari a ca. l'8.5% del salto lordo).

Ciò permette una produzione energetica nell'ordine di ca. 200'000 kWh/anno ed i maggiori costi d'investimento rispetto alle varianti B1 e B2 sono largamente compensati dalla maggior produzione di energia, che genera d'altronde anche un utile, che aumenta in funzione del prezzo di ripresa dell'energia (cap. 4.3.4 e 4.3.5).

Questa soluzione dà inoltre maggiori garanzie per l'erogazione dell'acqua ai rustici situati a 610÷620 m s.m., sino ad un deflusso massimo turbinato di 20 l/s (cap. 4.3.3).

4.4 Aspetti tecnici - costruttivi

4.4.1 Turbina e generatore

Al serbatoio Croce è prevista l'installazione di una turbina tipo Pelton, accoppiata con un generatore asincrono.

In pratica la turbina è montata direttamente sull'albero del generatore e dotata del deviatore di flusso e della regolazione dello spillo con motore elettrico.

La messa in parallelo con la rete elettrica, la gestione e la sorveglianza della centralina sono garantite da un quadro di comando completamente automatizzato.

La regolazione della portata d'acqua turbinata avviene tramite il controllo del livello nella camera di carico a 720 m s.m..

L'energia prodotta è immessa in rete tramite l'allacciamento presso il serbatoio inferiore a 325 m s.m.; questo aspetto dovrà essere ulteriormente approfondito con le spettabili Aziende Municipalizzate di Bellinzona.

La macchina sarà dimensionata sulla base dei seguenti parametri:

Q^{nom}	20	l/s
Q_{med}	12	l/s
H_{lordo}	340	m
H_{netto} con Q_{med}	305	m
Potenza nominale	33	kW
Potenza media	25	kW

4.4.2 Camera di carico a 720 m s.m.

Si prevede la costruzione di un edificio in calcestruzzo armato, strutturato analogamente alle camere di rottura esistenti ma con un volume di accumulo di ca. 5 mc.

4.4.3 Telemisura e telegestione

Per la trasmissione dei dati di livello (registrati da un'apposita sonda alla camera a 720 m s.m.) è previsto un impianto radio-modem.

L'alimentazione elettrica della stazione radio a 720 m s.m. sarà garantita da un impianto a pannello solare.

Per la trasmissione dei segnali di allarme è possibile far capo direttamente alla linea telefonica presso il serbatoio.

4.4.4 Sicurezza di approvvigionamento al serbatoio

In caso di messa fuori uso della turbina, un particolare sistema automatico di by-pass, con saracinesca motorizzata e valvola di riduzione e tenuta di pressione, garantisce il corretto afflusso d'acqua al serbatoio, mantenendo la condotta in pressione.

Questo aspetto è importante per evitare indesiderati inconvenienti o danni alla condotta (colpi d'ariete, ...) e per un facile riavvio della centralina (rispetto al caso di lasciare scorrere l'acqua a pelo libero).

Il mantenimento in pressione della condotta, anche in caso di arresto della turbina, è in ogni caso necessario per l'erogazione dell'acqua ai rustici collegati direttamente alla condotta forzata (vedi cap. 4.4.5).

4.4.5 Allacciamenti

Come verificato al capitolo 4.3, l'erogazione d'acqua alle abitazioni secondarie a 610÷620 m s.m. è prevista con l'allacciamento diretto alla condotta forzata a ca. 605 m s.m..

È inoltre previsto il ripristino dell'allacciamento all'abitazione secondaria a ca. 530 m s.m., con il collegamento diretto alla condotta forzata e l'inserimento di un riduttore di pressione.

4.5 Costi e redditività

4.5.1 Preventivo di spesa

Il preventivo per la realizzazione della variante B con ricupero energetico è di **fr. 730'000.-**, inclusi imprevisti, onorario per progetto e D.L. e imposta IVA (cfr. fascicolo allegato).

Rispetto alla variante A senza ricupero energetico (cfr. cap. 3.4) si ha dunque un maggior costo di fr.:

	730'000.- - 426'000.- =	304'000.-
suddivisi in:	opere genio civile	151'746.-
	opere elettromeccaniche	152'254.-

Per le opere di genio civile il preventivo corrisponde ad una fase progettuale definitiva (analogamente alla variante A), mentre per le opere elettromeccaniche si tratta di costi di massima.

4.5.2 Costo annuo

Il costo annuo per il ricupero energetico è calcolato secondo la seguente tabella.

Costo annuo dell'investimento secondo annualità		
Opere genio civile (camere e condotte)		
Maggior costo per ricupero energetico:	fr.	151'746
Ammortamento in:	anni	50
Interesse:	%	3.0
Costo annuo:	fr./anno	5'898
Installazioni elettromeccaniche		
Costo:	fr.	152'254
Ammortamento in:	anni	20
Interesse:	%	3.0
Costo annuo:	fr./anno	10'234
Arrotondamento		68
Totale	fr./anno	16'200
Costo annuo per esercizio e manutenzione		
Installazioni elettromeccaniche		
Interventi sulla turbina e sul generatore (sostituzione cuscinetti ogni 7-8 anni, ecc.)	fr./anno	600
Interventi sull'impianto di comando	fr./anno	200
Gestione e sorveglianza	fr./anno	1'000
Totale	fr./anno	1'800
Totale costi annui per ricupero energetico	fr./anno	18'000

Dall'esperienza a livello svizzero su microcentrali analoghe (inserite negli acquedotti), la durata minima di vita della turbina e del generatore é di almeno 25 anni. Tuttavia sono stati prudenzialmente assunti 20 anni di ammortamento.

Nei costi di esercizio occorre soprattutto considerare che ogni 8 anni circa è normalmente necessario sostituire i cuscinetti del generatore.

4.5.3 Redditività

In base al decreto federale "sull'impiego parsimonioso e razionale dell'energia" del 14 dicembre 1990 (art. 7), sino al 31 dicembre '98 le società elettriche erano obbligate a ritirare l'energia idroelettrica prodotta da piccole centrali al costo di 16 cts/kWh.

Dalla scadenza di questo decreto e con l'entrata in vigore della nuova legge federale sull'energia del 26 giugno '98 non è più stato definito un prezzo fisso di ripresa dell'energia prodotta dalle microcentrali. Per il momento l'Ufficio Federale sull'Energia ha emesso una raccomandazione che indica 15 cts/kWh, valida almeno sino alla fine del 2008.

Secondo i concetti esposti nella nuova legge sull'energia (LEne), il prezzo di ripresa non deve in ogni caso scendere oltre il prezzo d'acquisto dell'utente, dedotti i costi di trasporto dall'impianto di produzione alla rete di distribuzione, i costi di trasformazione e l'eventuale riduzione secondo Art. 7 § 4 LEne (qualora vi sia una manifesta sproporzione tra il prezzo di ripresa e i costi di produzione).

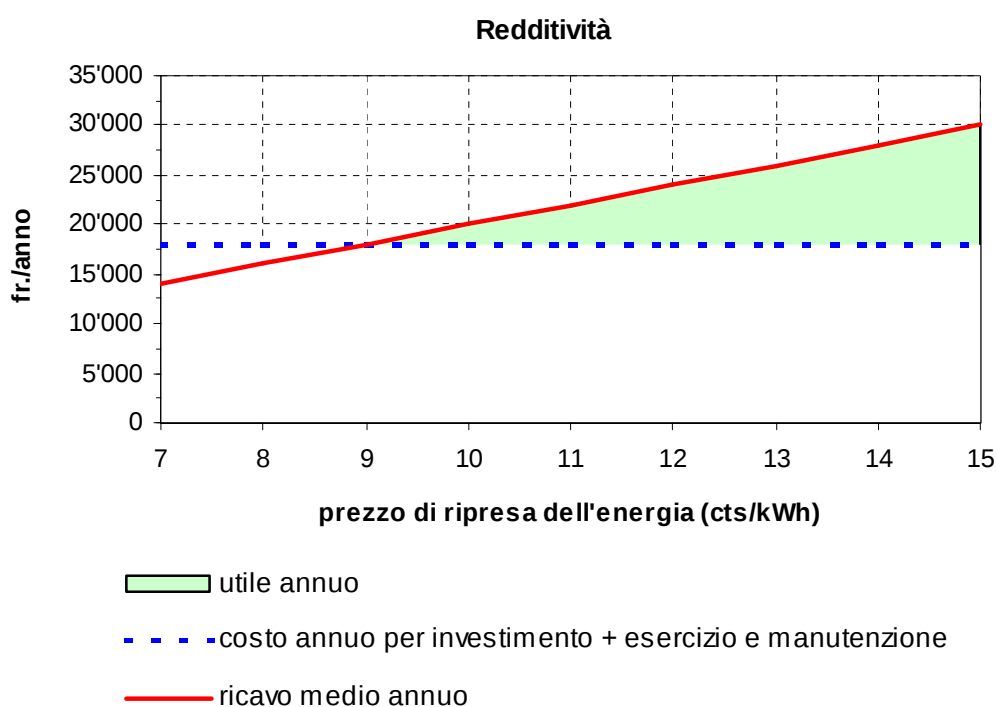
In base a questi concetti, nel caso specifico a nostro avviso potrebbe essere applicato il prezzo consueto e raccomandato di 15 cts/kWh.

Occorre inoltre osservare che la tendenza è quella di sempre più valorizzare l'energia prodotta da fonti rinnovabili, grazie non solo ad una maggiore sensibilità ecologica, ma alla richiesta reale sul mercato di questo tipo di energia a prezzi maggiorati.

In questo senso si può ritenere poco probabile una futura riduzione del prezzo di questa energia, ciò che limita sensibilmente il rischio finanziario che potrebbe correre il comune nella realizzazione di questo progetto di recupero energetico, il quale, essendo abbinato all'acquedotto, rappresenta una fonte di energia totalmente ecologica.

Per disporre di un'ampia visione e tenuto comunque conto delle incertezze in gioco, presentiamo il calcolo del ricavo medio annuo e della redditività dell'impianto (risultante dal ricavo medio annuo dedotto il costo annuo) assumendo un prezzo di ripresa variabile tra 7 e 15 cts/kWh.

Prezzo di ripresa dell'energia cts/kWh	Ricavo medio annuo (con produzione di 200'000 kWh) fr./anno	Costo annuo fr./anno	Utile annuo (con produzione di 200'000 kWh) fr./anno
7	14'000	18'000	-4'000
8	16'000	18'000	-2'000
9	18'000	18'000	0
10	20'000	18'000	2'000
11	22'000	18'000	4'000
12	24'000	18'000	6'000
13	26'000	18'000	8'000
14	28'000	18'000	10'000
15	30'000	18'000	12'000



Si evidenzia che il maggior costo legato all'impianto di recupero energetico si autofinanzia con un prezzo di ripresa di 9 cts/kWh, sino ad una redditività annua di ca. 12'000.- fr. con un prezzo di ripresa di 15 cts/kWh.

Ricordiamo che il calcolo tiene conto di un interesse sugli investimenti pari al 3% (cap. 4.5.2). Con un prezzo di ripresa di 15 cts/kWh l'autofinanziamento sarebbe garantito sino ad un tasso d'interesse dell'8%.

La redditività può anche essere espressa in relazione al costo annuo generato dalle opere non legate al ricupero energetico (corrispondente al costo necessario alla realizzazione della variante A) ed alla relativa quota parte che sarebbe finanziata dall'impianto di ricupero energetico.

Costo senza ricupero energetico:		426'000		
Ammortamento in:		anni	50	
Interesse:		%	3.0	
Costo annuo:		fr./anno	16'557	
Prezzo di ripresa dell'energia	Costo annuo opere non legate al ricupero energetico	Quota parte coperta dal ricupero energetico		Costo annuo rimanente
cts/kWh	fr./anno	fr./anno	%	fr./anno
7	16'557	-4'000	-24.2%	20'556
8	16'557	-2'000	-12.1%	18'556
9	16'557	0	0.0%	16'556
10	16'557	2'000	12.1%	14'556
11	16'557	4'000	24.2%	12'556
12	16'557	6'000	36.2%	10'556
13	16'557	8'000	48.3%	8'556
14	16'557	10'000	60.4%	6'556
15	16'557	12'000	72.5%	4'556

5. Conclusioni

Nell'ambito del progetto di sostituzione della condotta di adduzione delle sorgenti captate in valle d'Arbedo, sussiste la fattibilità tecnica di inserire al serbatoio Croce una microcentrale per il ricupero energetico, sfruttando il salto dell'acqua in caduta da una nuova camera di carico a 720 m s.m. al serbatoio a ca. 380 m s.m..

In base ai dati di portata a disposizione e applicando un tasso d'interesse sugli investimenti del 3% (con 50 anni di ammortamento per le opere di genio civile e 20 anni per le opere elettromeccaniche), in dipendenza del prezzo di ripresa dell'energia da parte delle Aziende Municipalizzate di Bellinzona, la redditività dell'impianto si situa tra l'autofinanziamento con un prezzo di ripresa di 9 cts/kWh ed un utile annuo di ca. fr. 12'000.- con un prezzo di ripresa di 15 cts/kWh (in questo caso sarebbe finanziato dal ricupero energetico ca. il 72% dell'investimento delle opere comunque necessarie anche senza la microcentrale).

La variante B con ricupero energetico rappresenta evidentemente la miglior soluzione anche dal punto di vista ambientale, recuperando un'energia pulita e rinnovabile che con la realizzazione della variante A andrebbe totalmente persa.

Proponiamo pertanto al Lodevole Municipio di Arbedo-Castione di prendere contatto con le spettabili AMB per definire il prezzo di ripresa dell'energia nonché il punto preciso di allacciamento alla rete di distribuzione dell'elettricità.