Ricupero energetico nell'acquedotto di Gordola

Rapporto finale agosto 2007

Progetto Nr. 101331

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

Per incarico di:
Municipio di Gordola, Azienda Acqua Potabile

Committente:
Municipio di Gordola, Azienda Acqua Potabile
Via S. Gottardo 44
CH-6596 Gordola
Tel. +41 91 735 16 10 , Fax +41 91 735 16 12

Con il sostegno dell'Ufficio Federale dell'Energia
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 31 322 56 11 , Fax +41 31 323 25 00

Incaricato:
Studio d'ingegneria G. Sciarini
CH-6574 Vira Gambarogno
Tel. +41 91 785 90 30 , Fax +41 91 785 90 39

Autore:
Michela Conti

Indice

Riassunto **4**

1. Introduzione **5**

2. Premessa **5**

3. Varianti di ricupero energetico **7**

4. Energia prodotta **12**

4.1 Portata d'acqua 12
4.2 Salto netto 14
4.3 Potenza e produzione energetica 15

5. Aspetti tecnici - costruttivi **16**

5.1 Microcentrale 16
5.1.1 Installazione 16
5.1.2 Turbina e generatore 18
5.1.3 Sicurezza di approvvigionamento al serbatoio 18
5.2 Camera di carico 19
5.3 Telemisura e telegestione 19
5.4 Derivazioni sulla condotta forzata 19

6. Costi e redditività **21**

6.1 Preventivo di spesa 21
6.2 Costo annuo 23
6.3 Redditività 24

7. Conclusioni **27**

Allegato: Preventivi di massima

Riassunto

Nell’ambito del progetto di sostituzione delle condotte tra le sorgenti captate in valle del Carcale ed il serbatoio Cecchino, sussistono le premesse per lo sfruttamento dell’energia di caduta dell’acqua, con l’installazione di una microcentrale presso il serbatoio.

Il presente studio analizza e sviluppa a livello di progetto di massima diverse varianti d’intervento, in relazione all’ubicazione della camera di carico ed al tracciato della prevista nuova condotta di adduzione tra le sorgenti ed il serbatoio Cecchino.

Dall’analisi delle varianti risulta come migliore soluzione la realizzazione di una camera di carico presso le sorgenti a 554 m s.m., in modo tale da sfruttare il salto di ca. 249 m tra le sorgenti ed il serbatoio Cecchino situato a 305 m s.m.
Con una portata media di ca. 13 l/s ed una portata massima turbinata di 28 l/s, la potenza generata sarebbe rispettivamente di ca. 20 kW e ca. 35 kW, con una produzione media annua di energia di ca. 160'000 kWh.

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), i costi per il ricupero energetico (escluse le opere già necessarie per l’acquedotto) si autofinanziano a partire da un prezzo di ripresa dell’energia da parte della Società Elettrica Sopracenerina di ca. 15 cts/kWh.

1. Introduzione

Il 23 aprile ’07 il Lodevole Municipio di Gordola ha conferito il mandato per la progettazione di una microcentrale elettrica nell’ambito del previsto risanamento del serbatoio Cecchino, secondo l’offerta dello studio Reali e Guscetti del 10 maggio ’04.

Con riunione del 7 maggio ’07, in accordo con il Municipio di Gordola e con lo studio Reali e Guscetti, il mandato di progettazione della microcentrale è stato ripreso dal nostro studio d’ingegneria, mentre la progettazione delle opere d’acquedotto (sostituzione delle condotte di adduzione e risanamento del serbatoio Cecchino) è svolta dallo studio d’ingegneria CSD Tre Laghi SA.

2. Premessa

Uno studio di fattibilità di ricupero energetico sull’acquedotto di Gordola è già stato elaborato nel novembre 2003 dallo studio Reali e Guscetti, con il sostegno dell’Ufficio Federale dell’Energia nell’ambito del programma “Piccole centrali idrauliche”.
Tale studio analizzava la fattibilità di ricupero energetico sia sul serbatoio Cecchino (alimentato dalle sorgenti del Carcale no. 1÷8), sia sul serbatoio Montecucco (alimentato dalle sorgenti del Carcale no. 9÷12), confermando entrambe le possibilità e presentando diverse varianti in dipendenza delle scelte e delle esigenze d’intervento sull’acquedotto (sostituzione di condotte, risanamento dei serbatoi, ecc.).

Nel frattempo il Municipio di Gordola, in sintonia con la pianificazione degli interventi sull’acquedotto, ha dato avvio alla progettazione definitiva per il risanamento del serbatoio Cecchino e per la sostituzione della condotta di adduzione delle sorgenti no. 1÷8 in direzione Gordemo e serbatoio Cecchino (cfr. schema alla pagina seguente).

Il presente progetto concerne pertanto le opere di ricupero energetico sulla linea tra le sorgenti del Carcale no. 1÷8, la zona “Isacche” (dove già attualmente si ha la derivazione dell’acqua per l’alimentazione dei serbatoi Loco Coste, Gordemo e Passaroro) ed il serbatoio Cecchino.

La progettazione di una microcentrale al serbatoio Montecucco, trattata nello studio di fattibilità del novembre 2003, sarà eventualmente da riprendere in futuro, con una nuova analisi ed una verifica di fattibilità, in funzione delle opere che saranno realizzate a breve termine e della nuova struttura dell’acquedotto (con particolare riferimento alla gestione dei flussi d’acqua in direzione dei diversi serbatoi).

3. Varianti di ricupero energetico

Il progetto di ristrutturazione dell'acquedotto, in fase di allestimento da parte dello studio CSD Tre Laghi SA, prevede di potenziare la portata affluente al serbatoio Cecchino sino a 1'700 l/min, con la sostituzione della vecchia condotta ∅100 mm sulla tratta CA1 (camera di raccolta sorgenti 1÷8) - Contatore Pianella e della vecchia condotta ∅65 mm sulla tratta Camera di rottura "Isacche" - serbatoio Cecchino. È prevista la posa di una tubazione PE $\varnothing_{est}$160 mm PN10/16 bar (cfr. Progetto di massima "Risanamento condotta d'adduzione della valle del Carcale, tratta CA1-serbatoio Cecchino", CSD Tre Laghi SA, 4 maggio '07).
Nel progetto è anche analizzata una variante che prevede il mantenimento della vecchia condotta ∅100 mm sopraccitata e la posa di una nuova condotta PE $\varnothing_{est}$160 mm PN10/16 bar lungo un nuovo tracciato, che scende in sponda destra della valle del Carcale per raggiungere il serbatoio Cecchino lungo la strada comunale di via Cecchino.

Sulla base del progetto "CSD" abbiamo sviluppato in forma di progetto di massima 4 varianti di ricupero energetico, sia in relazione all'ubicazione della camera di carico, sia in relazione al tracciato della prevista nuova condotta di adduzione tra le sorgenti ed il serbatoio Cecchino:

- **variante 1a:** dalla camera "Isacche" a 445 m s.m. al serbatoio Cecchino a 305 m s.m., salto lordo 140 m,
  nuova condotta PE $\varnothing_{est}$160/$\varnothing_{int}$130.8 mm PN16 (come opere d'acquedotto), lunghezza 300 ml;

- **variante 1b:** dalla camera CA1 sorg. 1÷8 a 554 m s.m. al serb. Cecchino a 305 m s.m., salto lordo 249 m,
  nuova condotta PE $\varnothing_{est}$160 mm PN10/16 ($\varnothing_{int}$141.0/130.8 mm, come opere d'acquedotto) e Ghisa Pur ∅125 mm PN25 (maggior tenuta di pressione), lunghezza complessiva 1'350 ml;

- **variante 2a:** *tracciato alternativo su via Cecchino*,
  da una nuova camera a 495 m s.m. al serbatoio Cecchino a 305 m s.m., salto lordo 190 m,
  nuova condotta PE $\varnothing_{est}$160 mm PN10/16 ($\varnothing_{int}$141.0/130.8 mm) e Ghisa Pur ∅125 mm PN25 (come opere d'acquedotto),
  lunghezza complessiva 1'020 ml;

- **variante 2b:** *tracciato alternativo su via Cecchino*,
  dalla camera CA1 sorg. 1÷8 a 554 m s.m. al serb. Cecchino a 305 m s.m., salto lordo 249 m,
  nuova condotta PE $\varnothing_{est}$160 mm PN10/16 ($\varnothing_{int}$141.0/130.8 mm) e Ghisa Pur ∅125 mm PN25 e PN40 (maggior tenuta di pressione),
  lunghezza complessiva 1'370 ml;

Le varianti sono rappresentate dagli estratti planimetrici alle pagine seguenti.

4. Energia prodotta

4.1 Portata d'acqua

I quantitativi d'acqua potenzialmente affluenti al serbatoio Cecchino con la sostituzione ed il potenziamento della condotta sulla tratta CA1 - serbatoio, sono stati valutati in funzione dei seguenti dati, messi a disposizione dall'Ufficio tecnico comunale:

- portata misurata alle captazioni in valle del Carcale (sorgenti 1÷8 e sorgenti 9÷12) nel periodo 1981÷2007,

- portata misurata al contatore Pianella nel 2007 (derivazione verso Gordemo),

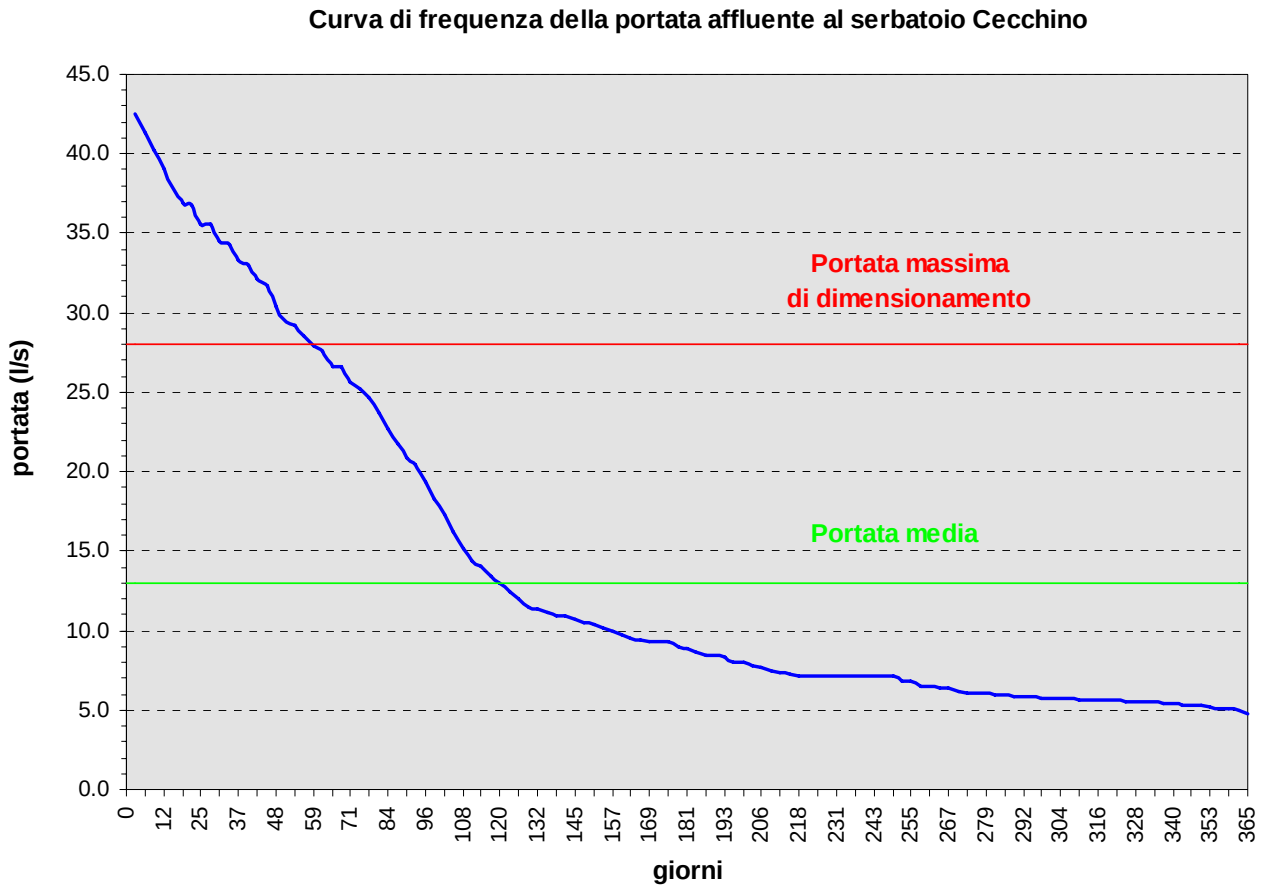
- portata media giornaliera in uscita dai serbatoi Sasso Fenduto e Montecucco, pari attualmente a ca. 500 l/min (e assunta in 400 l/min per il futuro in previsione di una prevalenza maggiore che sarà data al serbatoio Cecchino): in base a questo dato è stata calcolata la portata prelevata alla camera CA1 di raccolta delle sorgenti 1÷8 per l'alimentazione della linea serbatoi Sasso Fenduto e Montecucco (per i momenti in cui la portata delle sorgenti 9÷12 non è sufficiente a coprire il fabbisogno richiesto da questi due serbatoi).

Si è inoltre assunto che la portata massima affluente al serbatoio Cecchino sarà pari a 1'700 l/min, corrispondente al valore di dimensionamento delle nuove condotte di adduzione secondo il progetto "CSD" e nell'ordine di grandezza della capacità massima dell'impianto UV inserito In-Line a ca. 513 m s.m. sulla condotta di adduzione delle sorgenti 1÷8 (secondo indicazione dell'Ufficio tecnico tale impianto ha una capacità massima di dimensionamento di 1'800 l/min).

Ne risultano al serbatoio Cecchino le seguenti portate caratteristiche:

$$Q_{max} \cong 28 \text{ l/s}$$
$$Q_{med} \cong 13 \text{ l/s}$$
$$Q_{min} \cong 5 \text{ l/s}$$

Dai dati disponibili non è possibile costruire una curva di frequenza delle portate precisa. Preliminarmente la curva è stata sviluppata estrapolando i dati a disposizione in funzione di un'oscillazione giornaliera teorica, basata su rilievi e valori caratteristici per la regione del Locarnese (cfr. grafico alla pagina seguente).



Estate (aprile – settembre):

$Q_{max} \cong 28$ l/s

$Q_{med} \cong 21$ l/s

$Q_{min} \cong 5$ l/s

Inverno (ottobre – marzo):

$Q_{max} \cong 11$ l/s

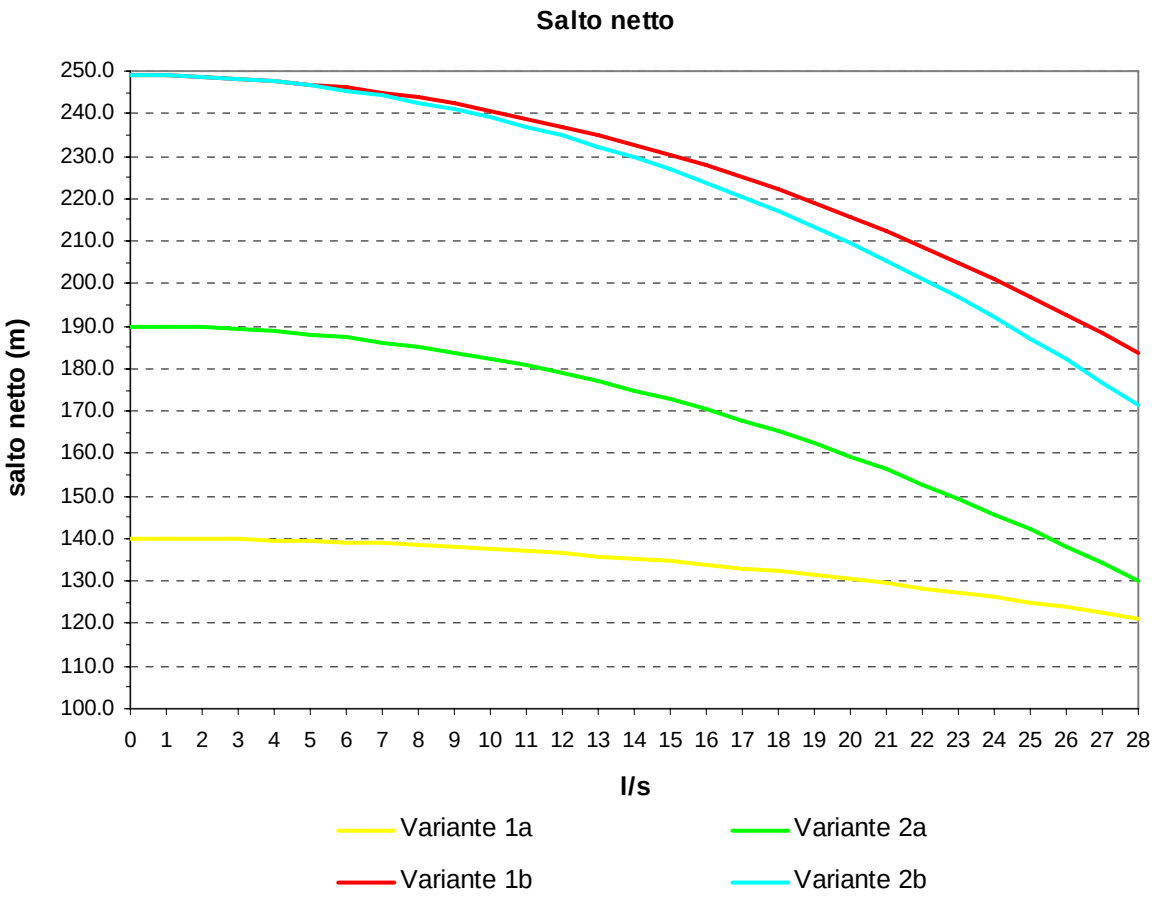
$Q_{med} \cong 7$ l/s

$Q_{min} \cong 5$ l/s

4.2 Salto netto

La tabella ed il grafico seguenti riassumono le velocità e le perdite di carico nella condotta forzata, nonché il salto netto risultante, in funzione della portata (calcolo con $k_{strickler}$ = 90):

Variante		Salto lordo	Velocità e perdite di carico con Q_{med} 13 l/s				Velocità e perdite di carico con Q_{max} 28 l/s			
			v_{max}	perdite di carico		Salto netto	v_{max}	perdite di carico		Salto netto
		(m)	(m/s)	(m)	(%)	(m)	(m/s)	(m)	(%)	(m)
1a	Isacche - Cecchino, tracciato esistente	140	**0.97**	4.0	2.9%	**136**	**2.08**	18.7	13.4%	**121**
1b	CA1 - Cecchino, tracciato esistente	249	**1.06**	14.0	5.6%	**235**	**2.28**	65.2	26.2%	**184**
2a	Nuova camera - Cecchino, tracciato alternativo basso	190	**1.06**	13.0	6.8%	**177**	**2.28**	60.1	31.6%	**130**
2b	CA1 - Cecchino, tracciato alternativo basso	249	**1.06**	16.7	6.7%	**232**	**2.28**	77.6	31.2%	**171**

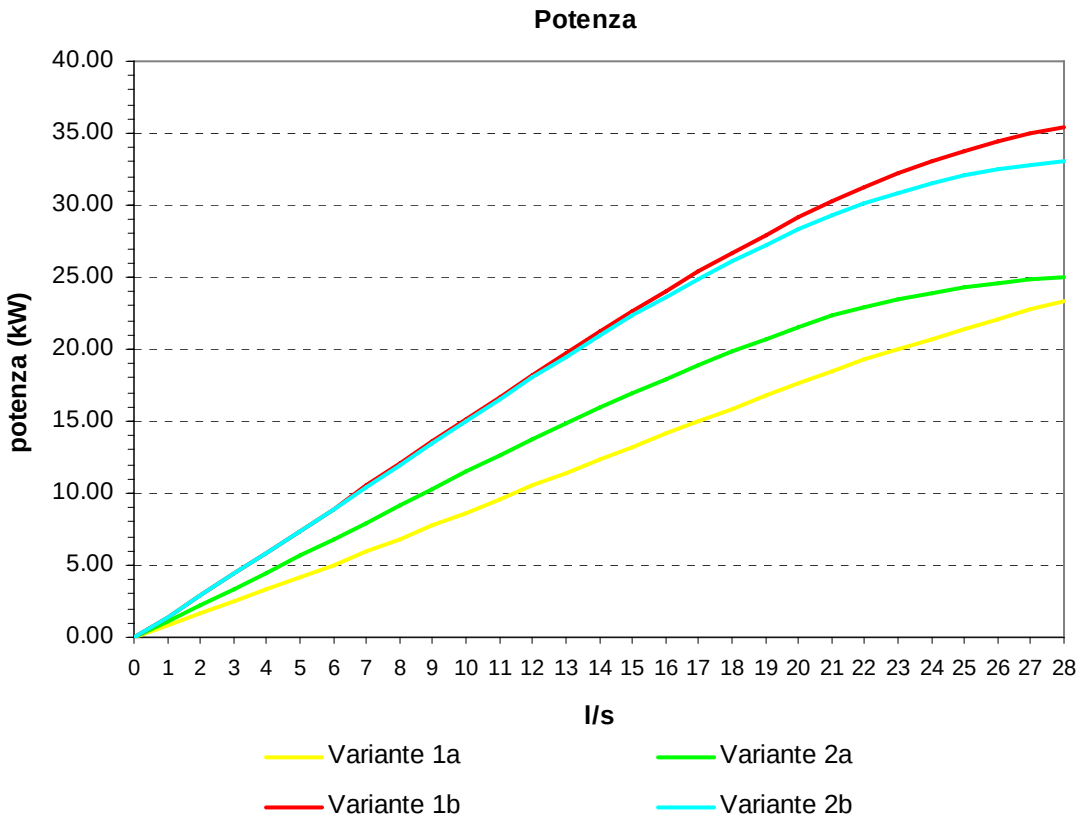


È stato appurato che in tutte le varianti, anche con il deflusso della portata massima la linea di pressione lungo la condotta forzata non presenta punti di sottopressione.

4.3 Potenza e produzione energetica

Tenuto conto delle perdite lungo la condotta forzata, alla turbina ed al generatore (che per questo impianto presentano rendimenti medi nell'ordine del 65%), risultano i seguenti valori di potenza e di produzione energetica:

Variante		Salto lordo	Portata media turbinata 13 l/s			Energia media con 8'500 ore/anno	Energia secondo la curva di frequenza	Energia media prodotta (valore assunto)	Portata massima turbinata 28 l/s		
			Salto netto	Rendi-mento	Potenza				Salto netto	Rendi-mento	Potenza
		(m)	(m)	(%)	(kW)	(kWh/anno)			(m)	(%)	(kW)
1a	Isacche - Cecchino, tracciato esistente	140	136	64	**11.4**	97'000	97'000	**97'000**	121	61	**23.4**
1b	CA1 - Cecchino, tracciato esistente	249	235	62	**19.7**	168'000	159'000	**164'000**	184	52	**35.4**
2a	Nuova camera - Cecchino, tracciato alternativo basso	190	177	61	**14.9**	126'000	117'000	**122'000**	130	48	**25.0**
2b	CA1 - Cecchino, tracciato alternativo basso	249	232	61	**19.5**	166'000	154'000	**160'000**	171	48	**33.0**



5. Aspetti tecnici - costruttivi

5.1 Microcentrale

5.1.1 Installazione

Attualmente la struttura del serbatoio Cecchino non permette l'inserimento di una turbina senza la costruzione di un apposito manufatto.
Il progetto definitivo di risanamento del serbatoio è in fase di allestimento da parte dello studio CSD Tre Laghi SA e prevede la costruzione di una nuova piccola cameretta, per l'arrivo della condotta di adduzione e la sua diramazione, con relative saracinesche, verso le due vasche di accumulo esistenti.

Per l'installazione della microcentrale è tuttavia necessaria la costruzione, sul lato monte del serbatoio esistente, di un nuovo manufatto più grande di quanto previsto dal progetto di risanamento sopraccitato. Tale manufatto deve infatti essere dimensionato e strutturato in funzione delle necessità legate alla microcentrale (vasca di raccolta dell'acqua, armature e valvole idrauliche, ecc.), secondo il piano presentato alla pagina seguente.
Essendo parte integrante del progetto di ricupero energetico, i costi del manufatto saranno totalmente attribuiti alla microcentrale, salvo gli adattamenti che saranno necessari per inserire l'alimentazione separata delle due vasche del serbatoio ed, eventualmente, un misuratore di portata (da verificare con i progettisti "CSD").

5.1.2 Turbina e generatore

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 445 o 554 o 495 m s.m. in funzione della variante scelta).

L'energia prodotta sarà immessa in rete sulla linea vicina al serbatoio; questo aspetto dovrà essere ulteriormente approfondito con la Società Elettrica Sopracenerina.

La macchina sarà dimensionata sulla base dei seguenti parametri, in funzione della variante scelta:

Variante		**Q^{nom}** l/s	**Q_{med}** l/s	**H_{lordo}** m	**H_{netto} con Q_{med}** m	**Potenza nominale** kW	**Potenza media** kW
1a	Isacche - Cecchino, tracciato esistente	28	13	140	136	23	11
1b	CA1 - Cecchino, tracciato esistente	28	13	249	235	35	20
2a	Nuova camera - Cecchino, tracciato alternativo basso	28	13	190	177	25	15
2b	CA1 - Cecchino, tracciato alternativo basso	28	13	249	232	33	19

5.1.3 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, ...), per un facile riavvio della centralina e per garantire le derivazioni ed i prelievi d'acqua lungo la condotta di adduzione necessari all'acquedotto.

5.2 Camera di carico

È prevista la costruzione di una nuova camera, a 445 o 554 o 495 m s.m. in funzione della variante scelta, con un volume di carico di ca. 10 mc.
Proponiamo un manufatto prefabbricato in materiale plastico (o eventuali altri materiali da verificare in fase esecutiva), con accesso dall'alto tramite apposito pozzetto e camera asciutta, nella quale saranno predisposte tutte le armature idrauliche in entrata ed in uscita dal vano annesso di ca. 10 mc per l'accumulo dell'acqua.
Il manufatto prefabbricato è totalmente costruito e assemblato in officina (incluse le armature idrauliche) e posato tramite trasporto con elicottero.

Un aumento del previsto volume di accumulo della camera di carico potrebbe essere preso in considerazione nel caso di eliminazione del serbatoio Sassalto prima della costruzione di un nuovo serbatoio a Gordemo (cfr. anche Progetto di massima "Risanamento condotta d'adduzione della valle del Carcale, tratta CA1-serbatoio Cecchino", CSD Tre Laghi SA, 4 maggio '07). Questo aspetto é eventualmente da valutare nell'ambito del progetto "CSD" (gli eventuali costi aggiuntivi sarebbero comunque da considerare separatamente dal progetto di ricupero energetico).

5.3 Telemisura e telegestione

Per la trasmissione dei dati di livello (registrati da un'apposita sonda alla camera di carico) è previsto il collegamento con fibra ottica, grazie alla posa di una tubazione portacavo parallelamente alla posa della nuova condotta forzata.

5.4 Derivazioni sulla condotta forzata

La condotta di alimentazione della microcentrale con l'acqua proveniente dalle sorgenti no. 1÷8 serve anche all'alimentazione di una parte della rete di distribuzione dell'acquedotto e dei tre serbatoi Loco Coste, Gordemo e Passaroro.

In dipendenza della variante scelta la derivazione per l'acquedotto implica l'inserimento di nuove camere di regolazione dei flussi e/o riduzione della pressione.

Quanto previsto dal presente progetto parte dal presupposto che sia eliminato il serbatoio Sassalto (cfr. Progetto di massima "Risanamento condotta d'adduzione della valle del Carcale, tratta CA1-serbatoio Cecchino", CSD Tre Laghi SA, 4 maggio '07).
Nel caso di mantenimento provvisorio del serbatoio Sassalto (fintanto che non sarà costruito un nuovo serbatoio a Gordemo) sono da valutare eventuali modifiche rispetto a quanto sotto esposto (tali modifiche sono comunque ritenute tecnicamente realizzabili, a garanzia di un corretto funzionamento dell'acquedotto, e relativamente contenute).

- **Variante 1a:** cfr. planimetria a pagina 8.
  In zona “Isacche”, sulla condotta verso Gordemo a ca. 445 m s.m., è necessaria una nuova camera con riduttore di pressione e valvola regolatrice del flusso (o valvola parzializzatrice, cfr. anche progetto “CSD”).
  Anche la portata affluente nella vicina nuova camera di carico a 445 m s.m. dovrà essere regolata tramite una valvola specifica, in funzione della portata delle sorgenti e del flusso verso Gordemo.

- **Variante 1b:** cfr. planimetria a pagina 9.
  Analogamente alla precedente variante, sulla condotta verso Gordemo a ca. 445 m s.m. è necessaria una nuova camera con riduttore di pressione e valvola regolatrice/parzializzatrice del flusso.
  Visto che in questo caso la camera di carico a 554 m s.m. fungerà anche da camera di raccolta delle sorgenti, per la gestione dell’acqua affluente alla microcentrale non sono necessarie ulteriori valvole né ampliamenti dell’impianto di regolazione. Da questo punto di vista questa variante risulta pertanto più semplice della variante 1a.

- **Variante 2a:** cfr. planimetria a pagina 10.
  La camera di carico a 495 m s.m. alimenta sia la condotta verso Gordemo (sulla quale sarà da installare una valvola regolatrice/parzializzatrice del flusso), sia la condotta verso la microcentrale.
  Grazie all’ubicazione della camera a 495 m s.m. sulla condotta verso Gordemo non è necessario ridurre ulteriormente la pressione. Anche per la gestione della microcentrale non sono necessarie ulteriori valvole, poiché tutta l’acqua proveniente dalle sorgenti è raggruppata nella nuova camera di carico.

- **Variante 2b:** cfr. planimetria a pagina 11.
  La camera di carico si trova a 554 m s.m. e la derivazione verso Gordemo è prevista a ca. 495 m s.m., con la costruzione di una nuova camera con riduttore di pressione e valvola regolatrice/parzializzatrice del flusso.
  Analogamente alla variante 1b, la camera di carico fungerà anche da camera di raccolta delle sorgenti e per la gestione della microcentrale non sono necessarie ulteriori valvole né ampliamenti dell’impianto di regolazione.

In tutte le varianti gli interventi necessari all’alimentazione dell’acquedotto grossomodo si equivalgono (sebbene si possa rilevare che la variante 1a è in questo senso la più onerosa, mentre la variante 2a la più vantaggiosa).
Tenuto inoltre conto che nuovi impianti di derivazione e regolazione (analoghi a quando sopra descritto) sarebbero comunque necessari all’acquedotto anche senza microcentrale (cfr. Progetto ”CSD”), i relativi oneri non sono considerati nel progetto di ricupero energetico (cfr. cap. 6).

6 Costi e redditività

6.1 Preventivo di spesa

La tabella alla pagina seguente riassume, per ogni variante, i costi di massima per la realizzazione delle opere necessarie al ricupero energetico.
Maggiori dettagli relativi al preventivo di spesa sono presentati in allegato.

In tutte le varianti il costo legato al ricupero energetico è dato dai seguenti elementi:

- nuova camera di carico di ca. 10 mc,

- maggior costo per la posa di condotte con tenuta di pressione superiore rispetto alle necessità dell'acquedotto (inteso dunque come differenza di costo rispetto alla posa di condotte con massimi 16 bar di tenuta),

- nuovo manufatto per l'installazione della microcentrale (inclusi raccordi idraulici, valvole, turbina e generatore, quadro di comando, impianti elettrici, impianto di trasmissione dei dati di livello dalla camera di carico, allacciamento alla rete SES).

6.2 Costo annuo

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

		Variante 1a	Variante 1b	Variante 2a	Variante 2b
Costo annuo dell'investimento secondo annualità:					
Opere genio civile (camere e condotte)					
Maggior costo per ricupero energetico:	fr.	257'000	271'000	257'000	299'800
Ammortamento in:	anni	50	50	50	50
Interesse:	%	3.0	3.0	3.0	3.0
Costo annuo:	fr./anno	9'988	10'533	9'988	11'652
Installazioni elettromeccaniche					
Costo:	fr.	170'000	170'000	170'000	170'000
Ammortamento in:	anni	20	20	20	20
Interesse:	%	3.0	3.0	3.0	3.0
Costo annuo:	fr./anno	11'427	11'427	11'427	11'427
Arrotondamento		85	41	85	21
Totale	**fr./anno**	**21'500**	**22'000**	**21'500**	**23'100**
Costo annuo per esercizio e manutenzione:					
Installazioni elettromeccaniche					
Interventi sulla turbina e sul generatore (sostituzione cuscinetti ogni 7-8 anni, ecc.)	fr./anno	600	600	600	600
Interventi sull'impianto di comando	fr./anno	200	200	200	200
Gestione e sorveglianza	fr./anno	1'000	1'000	1'000	1'000
Totale	**fr./anno**	**1'800**	**1'800**	**1'800**	**1'800**
Totale costi annui per ricupero energetico	**fr./anno**	**23'300**	**23'800**	**23'300**	**24'900**

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.

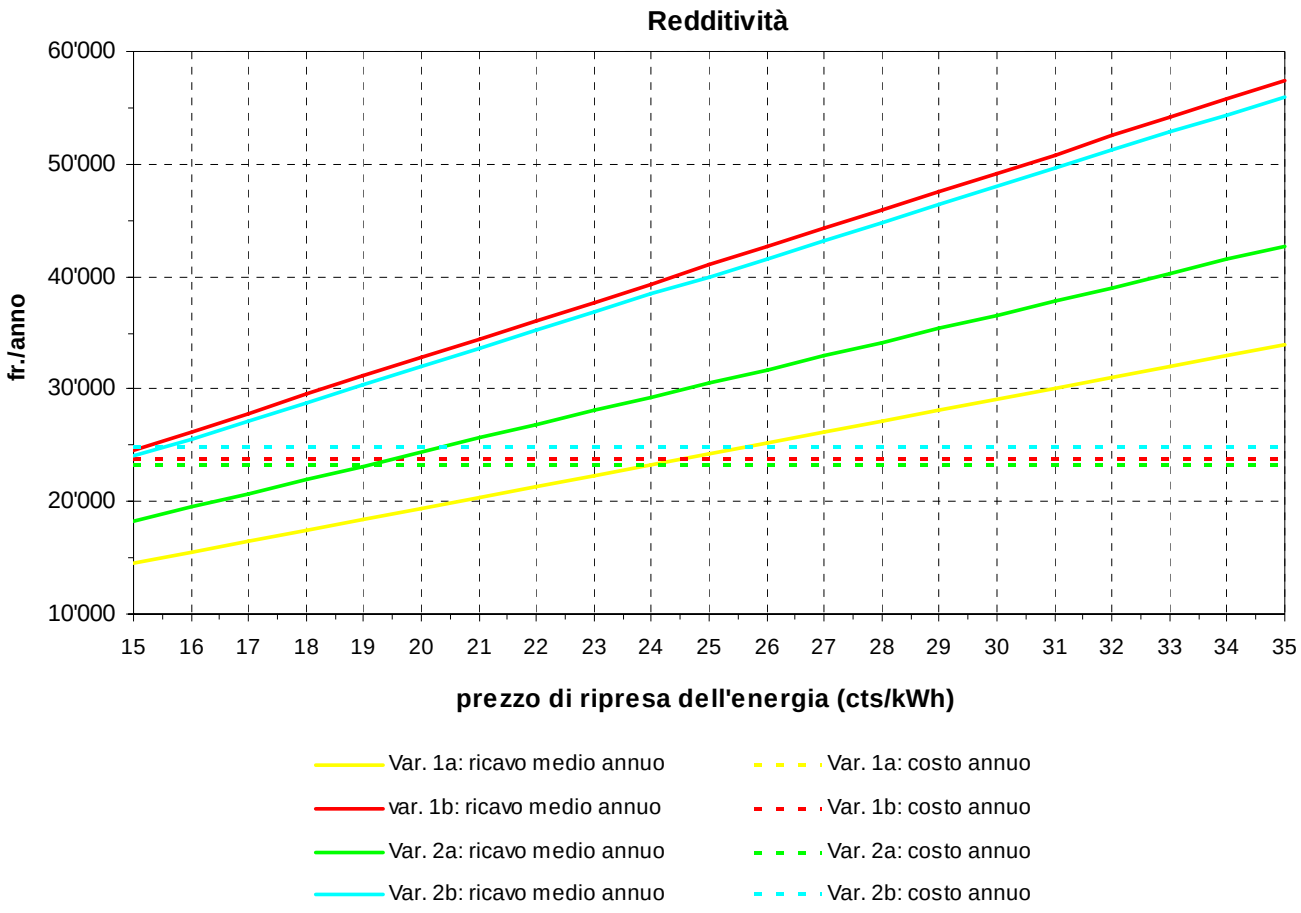
6.3 Redditività

Secondo la nuova “Ordinanza sull’Energia RU 2007” (in consultazione) il prezzo di vendita dell’energia (rispettivamente di ripresa da parte delle società distributrici) è definito in funzione di una remunerazione di base dipendente dalla classe di prestazione dell’impianto (potenza equivalente erogata) e da altri bonus. La remunerazione deve in ogni caso essere mantenuta inferiore a 35 cts/kWh.

Il prezzo di ripresa applicato attualmente su impianti analoghi realizzati negli ultimi anni si situa tra 15 e 16 cts/kWh.

Sottolineiamo 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 ricupero energetico, il quale, essendo abbinato all’acquedotto, rappresenta una fonte di energia totalmente ecologica.

La tabella alla pagina seguente ed il grafico sottostante riportano, per ogni variante analizzata, 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 tra 15 cts/kWh e 35 cts/kWh.



Si evidenzia che il maggior costo legato all'impianto di ricupero energetico si autofinanzia con un prezzo di ripresa di:

- ca. 25 cts/kWh per la variante 1a
- ca. 15 cts/kWh per la variante 1b
- ca. 20 cts/kWh per la variante 2a
- ca. 16 cts/kWh per la variante 2b.

In altre parole, con un prezzo di ripresa superiore ai valori citati l'impianto presenta un utile annuo (che potrebbe andare a coprire parte dei costi d'investimento delle opere che sono comunque da realizzare per le necessità dell'acquedotto, quali la sostituzione della condotta di adduzione).

Dal punto di vista della redditività, le varianti 1b e 2b (che sfruttano un salto superiore rispetto alle altre due varianti), sebbene presentino costi d'investimento superiori legati alla maggiore tenuta di pressione delle condotte (rispettivamente PN25 e PN40), rappresentano le soluzioni più vantaggiose.

A nostro avviso la **variante 1b** é globalmente la migliore soluzione, per i seguenti motivi:
- maggiore redditività,
- facilità di gestione della microcentrale e della derivazione sulla condotta di adduzione per l'alimentazione dell'acquedotto,
- sostituzione della condotta lungo il tracciato esistente (si evita quindi di mantenere in esercizio la condotta ∅100 mm, posata da ca. 30 anni, per la quale in futuro sarebbero comunque da prevedere interventi di manutenzione o di sostituzione).

La scelta di sostituire la condotta lungo il tracciato esistente (quindi di optare per la variante 1b piuttosto della variante 2b) è in sintonia con le conclusioni del rapporto CSD "Risanamento condotta d'adduzione della valle del Carcale, tratta CA1-serbatoio Cecchino" del 4 maggio '07, nel quale si propone di sostituire la condotta di adduzione lungo il tracciato esistente, piuttosto che lungo il tracciato alternativo.

7. Conclusioni

Nell'ambito del progetto di sostituzione della condotta che trasporta l'acqua delle sorgenti no. 1÷8 in valle del Carcale al serbatoio Cecchino, è stata analizzata, in quattro varianti e a livello di progetto di massima, la fattibilità tecnica ed economica per un ricupero energetico.

Tra le varianti analizzate si propone la scelta della variante 1b, dalle seguenti caratteristiche:

Q_{nom}	28	l/s
Q_{med}	13	l/s
H_{lordo}	249	m (camera carico 554 m s.m. - microcentrale serb. Cecchino 305 m s.m.)
H_{netto}	235	m (con Q_{med})
P_{nom}	35	kW
P_{med}	20	kW
E_{med}	~ 160'000	kWh/anno (redditività a partire da un prezzo di ripresa di 15 cts/kWh).

ALLEGATO

Preventivi di massima