

# Realizzazione di una microcentrale nel nuovo serbatoio dell'acquedotto del comune di S. Abbondio

Progetto definitivo nuovo serbatoio  
Progetto di massima e studio varianti microcentrale  
Dicembre 2008

Elaborato da:  
Studio Ingegneria Sciarini SA  
CH-6574 Vira Gambarogno

Per incarico di:  
Svizzera Energia per le Infrastrutture  
Municipio di S. Abbondio





**Committente:**

Municipio di S. Abbondio  
Svizzera Energia per le Infrastrutture

Comune di S. Abbondio  
CH-6577 S. Abbondio  
Tel. +41 91 794 22 05 , Fax +41 91 794 22 00

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 Ingegneria Sciarini SA  
CH-6574 Vira Gambarogno  
Tel. +41 91 785 90 30 , Fax +41 91 785 90 39

**Autore:**

Michela Conti

## SOMMARIO

|   | pag       |
|---|-----------|
| <b>1. Introduzione</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Portate</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1 Sorgenti captate attualmente  | 4         |
| 2.2 Futuro potenziamento dei quantitativi d'acqua captati                       | 6         |
| <b>3. Progetto nuovo serbatoio</b>  | <b>7</b>  |
| 3.1 Premessa  | 7         |
| 3.2 Ubicazione  | 7         |
| 3.3 Volume  | 8         |
| 3.4 Struttura   | 9         |
| 3.5 Allacciamenti e impianto di gestione  | 9         |
| 3.6 Preventivo di spesa   | 10        |
| <b>4. Recupero energetico (microcentrale)</b>                                   | <b>11</b> |
| 4.1 Premessa  | 11        |
| 4.2 Variante 2: camera di carico a 690 m s.m. e nuova condotta PN sino a 64 bar | 12        |
| 4.3 Variante 3: camera di carico a 870 m s.m. e nuova condotta PN sino a 64 bar | 14        |
| 4.4 Variante 4: camera di carico a 870 m s.m. e nuova condotta PN sino a 40 bar | 16        |
| 4.5 Costo annuo e redditività   | 18        |
| 4.6 Ricapitolazione e valutazione delle varianti                                | 20        |
| <b>5. Conclusioni</b>   | <b>21</b> |

|                        |            |                                  |          |
|------------------------|------------|----------------------------------|----------|
| <b>Piani allegati:</b> | 1619-101.2 | Planimetria Variante 2           | 1: 5'000 |
|                        | 1619-101.3 | Planimetria Variante 3           | 1: 5'000 |
|                        | 1619-101.4 | Planimetria Variante 4           | 1: 5'000 |
|                        | 1619-102   | Planimetria Serbatoio e raccordi | 1: 1'000 |
|                        | 1619-103   | Pianta e sezioni Serbatoio       | 1: 50/20 |
|                        | 1619-104   | Pianta e viste Serbatoio         | 1: 50    |

## 1. Introduzione

Nel novembre 1999, per incarico del Lodevole Municipio di S. Abbondio il nostro studio d'ingegneria aveva allestito un primo progetto per la costruzione di un nuovo serbatoio dell'acqua potabile in sostituzione del vecchio manufatto esistente. Nel giugno 2002 ci è stato richiesto l'aggiornamento del progetto, con l'allestimento dei piani definitivi e del preventivo di spesa dettagliato.

Il progetto per la costruzione del nuovo serbatoio non ha poi avuto seguito in attesa dell'allestimento del Piano cantonale di approvvigionamento idrico del Gambarogno (PCAI-GAM), elaborato nel 2005 e attualmente in fase finale di approvazione da parte del Consiglio di Stato.

Considerato che il nuovo serbatoio a S. Abbondio rientra nelle opere previste dal PCAI, il Lodevole Municipio di S. Abbondio ha dunque incaricato il nostro studio d'ingegneria di aggiornare il progetto definitivo del nuovo serbatoio, integrando anche una valutazione di massima per l'installazione all'interno del nuovo edificio di una microcentrale, per il recupero energetico sul dislivello presente tra le captazioni sorgive (situate a ca. 1'000 m s.m.) ed il nuovo serbatoio (a ca. 460 m s.m.).

Il progetto di massima di recupero energetico, presentato al capitolo 4, è promosso e sovvenzionato dall'Ufficio federale dell'energia, SvizzeraEnergia, Programma piccole centrali idroelettriche (cfr. "Verfügung nr. 152721" del 29 maggio '07).

## 2. Portate

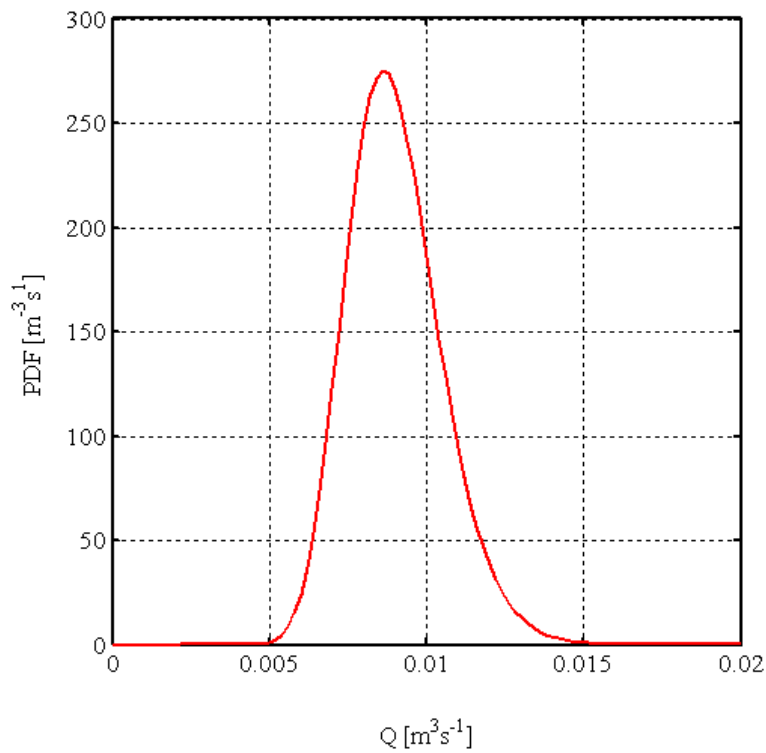
### 2.1 Sorgenti captate attualmente

In base alle misure di portata a nostra disposizione, le sorgenti di S. Abbondio captate attualmente (Torricc 1 e Torricc 2) presentano complessivamente le seguenti portate caratteristiche:

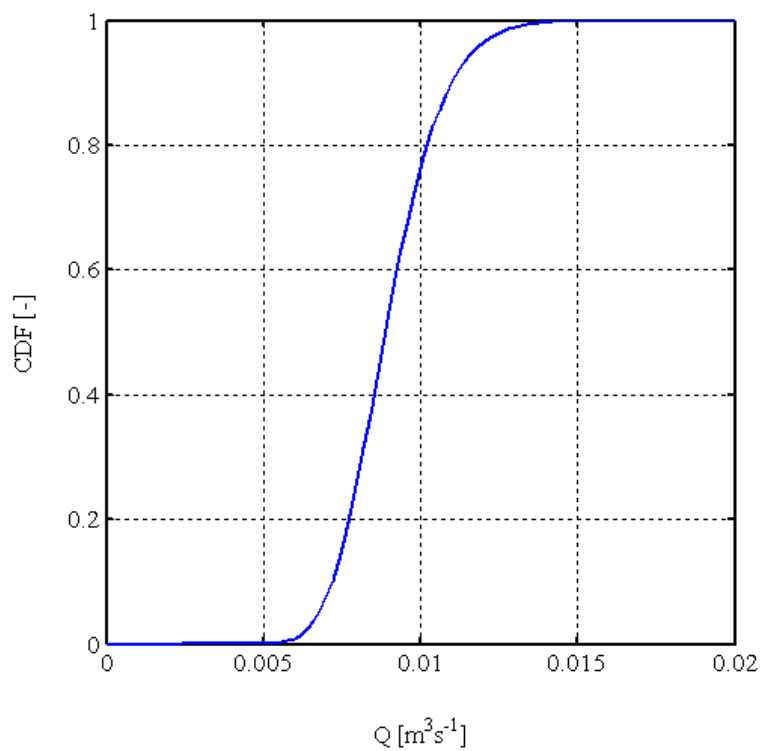
$$\begin{array}{lcl} Q_{\max} & \cong & 15 \text{ l/s} \\ Q_{\text{med}} & \cong & 9 \text{ l/s} \\ Q_{\min} & \cong & 7 \text{ l/s} \end{array}$$

Per un'analisi più precisa della disponibilità d'acqua nel corso dell'anno, le frequenze di distribuzione delle portate sono state valutate adottando una funzione di distribuzione di probabilità di tipo lognormale a due parametri (media e deviazione standard) e stimando la media  $\mu(\ln Q)$  e la deviazione standard  $\sigma(\ln Q)$  della distribuzione in funzione della media campionaria  $m(Q)$  e della deviazione standard campionaria  $s(Q)$  (i.e.  $\mu(\ln Q) = f(\mu(Q), \sigma(Q))$  e  $\sigma(\ln Q) = g(\mu(Q), \sigma(Q))$  dove  $\mu(Q) = m(Q)$  e  $\sigma(Q) = s(Q) = 0.2m(Q)$ ).

Nelle figure alla pagina seguente sono riportate la funzione densità di probabilità e la funzione densità di probabilità cumulata, utilizzate per stimare la produttività delle sorgenti di S. Abbondio captate attualmente nel corso dell'anno.



Funzioni densità di probabilità di tipo lognormale per le portate delle sorgenti di S. Abbondio. Le stime sono state effettuate in base ai dati disponibili.



Funzioni densità di probabilità cumulata di tipo lognormale per le portate delle sorgenti di S. Abbondio. Le stime sono state effettuate in base ai dati disponibili.

## 2.2 Futuro potenziamento dei quantitativi d'acqua captati

Il PCAI prevede il potenziamento delle portate d'acqua captate a S. Abbondio con il recupero delle vecchie prese (al momento fuori uso e situate poco lontano dalle captazioni in esercizio) e con la captazione della sorgente Tempelina (situata a ca. 1'280 m s.m., sopra le attuali captazioni).

Tale potenziamento, necessario per far fronte al futuro fabbisogno d'acqua potabile nei comuni di S. Abbondio, Gerra Gambarogno, Caviano e, in parte, S. Nazzaro, è inserito nel PCAI in seconda priorità rispetto alla costruzione del nuovo serbatoio.

Con il futuro incremento dei quantitativi d'acqua captati, i valori caratteristici di portata saranno nell'ordine di:

$$\begin{aligned} Q_{\max} &\cong 15 \text{ l/s (attuali)} + 20 \text{ l/s (futuri)} \cong 35 \text{ l/s} \\ Q_{\text{med}} &\cong 9 \text{ l/s (attuali)} + 13 \text{ l/s (futuri)} \cong 22 \text{ l/s} \\ Q_{\min} &\cong 7 \text{ l/s (attuali)} + 5 \text{ l/s (futuri)} \cong 12 \text{ l/s.} \end{aligned}$$

### 3. Progetto nuovo serbatoio

#### 3.1 Premessa

Il progetto del nuovo serbatoio rispecchia quanto previsto dal PCAI del Gambarogno e soddisfa, inoltre, le indicazioni ricevute nel gennaio '02 dall'On. D. Ferrari, allora capodicastero acqua potabile, più precisamente:

- ubicare il nuovo serbatoio più in alto rispetto a quello esistente (quest'ultimo situato a ca. 390 m s.m.), in modo tale che anche le abitazioni attualmente allacciate alla camera di rottura a 490 m s.m. possano essere alimentate dal nuovo serbatoio;
- prevedere una sola vasca di accumulo, lasciando tuttavia aperta la possibilità per un futuro raddoppio;
- predisporre la struttura e gli spazi nel serbatoio in previsione di un futuro recupero energetico (cfr. cap. 4).

#### 3.2 Ubicazione

La morfologia del terreno, unitamente alla quota delle case attualmente alimentate dalla camera di rottura dell'energia a 490 m s.m. ed alla posizione delle relative condotte di allacciamento, hanno determinato la scelta dell'ubicazione del nuovo serbatoio a ca. 460 m s.m., poco lontano dalla condotta di alimentazione del serbatoio esistente (cfr. piano no. 1619-102).

Rispetto al progetto del novembre '99, che prevedeva di edificare il nuovo serbatoio a ca. 400 m s.m. (quindi poco lontano dal serbatoio esistente a ca. 390 m s.m.), la nuova posizione implica i seguenti ulteriori interventi:

- posa di una nuova condotta DN 150 mm tra il nuovo serbatoio e la rete di distribuzione (ca. 150 ml), poiché l'attuale condotta di alimentazione del serbatoio esistente ha un calibro troppo esiguo (DN 90 mm) per fungere da condotta di distribuzione principale in uscita dal nuovo serbatoio.
- Abbandono della camera di rottura a 490 m s.m. e collegamento al nuovo serbatoio con una nuova condotta DN 90 mm PN16 per una lunghezza di ca. 30 ml.
- Nuovo riduttore di pressione a ca. 360 m s.m., per sopperire ad un aumento di pressione di ca. 7 bar dato dall'ubicazione del nuovo serbatoio a 460 m s.m..
- Nuova condotta di allacciamento del mappale no. 493, parallelamente alla quale è possibile posare i tubi portacavo per l'allacciamento elettrico e telefonico del nuovo serbatoio.

Il serbatoio non è accessibile da strade carrozzabili e la sua edificazione implica il trasporto del materiale con elicottero (del resto inevitabile anche se fosse stata mantenuta la posizione prevista nel progetto del '99).

### 3.3 Volume

Lo stoccaggio dell'acqua in un serbatoio ha lo scopo di garantire una corretta erogazione dell'acqua accumulata nell'arco delle 24 ore.

Per un'urbanizzazione analoga a quella di S. Abbondio è corretto assumere un volume di stoccaggio pari a ca. il 30% dell'acqua consumata giornalmente.

Per S. Abbondio il PCAI definisce il seguente fabbisogno massimo giornaliero, calcolato sulla base della popolazione (Abitanti Equivalenti) e su un consumo massimo pro capite di 500 l/g\*Ab:

- situazione attuale:  $440 \text{ AE} * 500 \text{ l/g*AE} = \text{ca. } 220 \text{ mc/g}$
- situazione futura:  $520 \text{ AE} * 500 \text{ l/g*AE} = \text{ca. } 260 \text{ mc/g}$ .

Il volume di stoccaggio per l'utenza di S. Abbondio sarebbe dunque pari a ca. 70 mc attualmente e ca. 80 mc in futuro.

In caso di carenza d'acqua a Gerra, già attualmente viene attivato il collegamento delle reti di distribuzione di S. Abbondio e di Gerra a livello della strada cantonale, grazie al quale è possibile distribuire una parte dell'acqua di S. Abbondio alla fascia lacustre di Gerra, che complessivamente presenta il seguente fabbisogno massimo giornaliero:

- situazione attuale:  $1'000 \text{ AE} * 500 \text{ l/g*AE} = \text{ca. } 500 \text{ mc/g}$
- situazione futura:  $1'340 \text{ AE} * 500 \text{ l/g*AE} = \text{ca. } 670 \text{ mc/g}$ .

Il volume di stoccaggio per l'utenza di Gerra sarebbe dunque pari a ca. 150 mc attualmente e ca. 200 mc in futuro, in parte coperti dal serbatoio Belmonte (che presenta un volume di ca. 150 mc, inclusa riserva antincendio), mentre la parte rimanente dovrà essere coperta dal nuovo serbatoio a S. Abbondio.

Al momento, con il collegamento delle reti lungo la strada cantonale, si stima che verso Gerra possono affluire giornalmente ca. 170 mc, mentre in futuro, con il collegamento previsto dal PCAI tra il nuovo serbatoio di S. Abbondio e la rete di Gerra in zona Ronco, tale quantitativo potrà aumentare considerevolmente.

In base a questi aspetti e conformemente a quanto previsto dal PCAI, in una prima fase si propone la costruzione di una vasca di accumulo di ca. **300 mc**, di cui ca. 150 mc per il fabbisogno dell'utenza e ca. 150 mc di riserva antincendio (classe di rischio II, cat. 5, rischio medio, secondo le direttive cantonali).

Come indicato al capitolo 3.1, il serbatoio è strutturato in modo tale da lasciare aperta la possibilità di un futuro ampliamento, con l'aggiunta di una seconda vasca.

### 3.4 Struttura

La scelta di una sola vasca è giustificata, poiché i lavori di pulizia e manutenzione possono essere svolti nei momenti (del resto frequenti) in cui la portata delle sorgenti è tale da permettere in qualsiasi ora del giorno un'erogazione diretta in rete senza necessità di accumulo.

Questo aspetto evidenzia l'importanza di una cameretta di raccolta prima della vasca principale, anche necessaria per l'installazione di un contatore per la misura continua della portata in entrata, per l'eventuale posa di una turbina e per il controllo visivo dell'acqua.

La camera di manovra su due livelli, posta lateralmente alla vasca di accumulo, come pure lo schema delle armature idrauliche, permettono senza particolari difficoltà l'eventuale aggiunta di una seconda vasca.

Le dimensioni del locale di manovra superiore permettono un recupero energetico secondo le varianti presentate al capitolo 4.

Le condotte in uscita sono predisposte per la futura aggiunta di una condotta di distribuzione separata (con relativo contatore), per l'approvvigionamento di Gerra tramite il futuro collegamento indipendente dalla rete di distribuzione di S. Abbondio, pure previsto dal PCAI in una fase successiva. Questo accorgimento non implica al momento costi supplementari per S. Abbondio.

La vasca di 300 mc è rivestita internamente con materiale plastico (manto in Sarnafil o lastre rigide in Polietilene), applicato meccanicamente sulle pareti e sul fondo in calcestruzzo armato.

L'ambiente interno dei locali di manovra è illuminato e deumidificato.

### 3.5 Allacciamenti e impianto di gestione

È prevista l'alimentazione elettrica e telefonica del serbatoio tramite la posa di tubi portacavo tra il serbatoio ed i rispettivi punti di allacciamento, situati in prossimità del mappale no. 493 (cfr. piano no. 1619-102).

I contatori delle portate d'acqua in entrata e in uscita e la sonda di misura del livello sono collegati ad un blocco "data-logger" e ad un programma di telegestione per la memorizzazione, la gestione e la trasmissione di dati e allarmi al terminale presso la casa comunale.

### 3.6 Preventivo di spesa

Il preventivo di spesa (inclusi imprevisti, onorario e IVA) per la costruzione del nuovo serbatoio risulta complessivamente pari a **fr. 1'660'000.-**.

Nel preventivo è inserito l'onorario (calcolato secondo la norma SIA 103) per le fasi di appalto, progetto esecutivo e direzione lavori, tenuto conto che l'onorario sino al progetto definitivo compreso era già stato votato dall'Assemblea Comunale. All'onorario così calcolato sono stati aggiunti ca. fr. 2'000.- per l'aggiornamento del progetto definitivo.

## **4. Recupero energetico (microcentrale)**

### **4.1 Premessa**

Nel 2002 era già stata considerata la fattibilità di un recupero energetico, limitato al salto di ca. 224 m tra la camera di rottura esistente a ca. 690 m s.m. ed il nuovo serbatoio a ca. 466 m s.m. (livello della camera di manovra al piano superiore dove verrebbe installata la turbina). Questa scelta era scaturita da una prima valutazione di larga massima di un recupero energetico in più varianti, presentate nelle nostre lettere del 5 settembre '02 e del 13 febbraio '03. L'ubicazione della camera di carico a 690 m s.m. rappresentava la variante 2 di tale valutazione, la quale è anche ripresa nel presente progetto, unitamente ad altre due nuove varianti con camera di carico a 870 m s.m.

Come richiesto dal lodevole Municipio, nel presente studio si è infatti nuovamente considerato il concetto di un recupero energetico più ampio, vale a dire con lo sfruttamento di un salto maggiore, che implica tuttavia la sostituzione della condotta di adduzione esistente, con la posa di una nuova tubazione di maggiore tenuta di pressione.

Vista la lunghezza di tale condotta, che tra le sorgenti a ca. 1'000 m s.m. ed il nuovo serbatoio è di ca. 1'800 ml, si propone, per ora, di ubicare la camera di carico non al di sopra degli 870 m s.m., punto in cui sarebbe anche auspicata la realizzazione di un piccolo serbatoio per l'approvvigionamento dei Monti di S. Abbondio, attualmente serviti da una piccola camera (che funge da rottura dell'energia per la condotta a pelo libero che scende verso il serbatoio principale).

Le varianti presentate nei capitoli seguenti lasciano tuttavia aperta la possibilità di un eventuale futuro potenziamento del recupero energetico, con lo sfruttamento del salto già a partire da ca. 1'000 m s.m..

Riteniamo che tale potenziamento (che implica la sostituzione di tutta la condotta di adduzione) diventerà interessante al momento che si presenterà la necessità di anche potenziare i quantitativi d'acqua captati, tramite il rifacimento delle vecchie prese (al momento abbandonate) e tramite la captazione della sorgente Tempelina (cfr. cap. 2.2).

#### 4.2 Variante 2: camera di carico a 690 m s.m. e nuova condotta PN sino a 64 bar

Questa soluzione riprende la variante 2 analizzata nel 2002, prevedendo una nuova camera di carico a 690 m s.m. con un volume d'accumulo di almeno 10 mc, in sostituzione della camera di rottura esistente.

Con l'installazione di una microcentrale nel nuovo serbatoio a 466 m s.m., il salto sfruttato per il recupero energetico sarebbe dunque di 224 m.

Rispetto al progetto del 2002 é prevista la sostituzione della condotta di adduzione su tutta la tratta tra la camera di carico ed il nuovo serbatoio, per una lunghezza di ca. 510 ml, con la posa di una nuova condotta di diametro DN 150 mm e pressione nominale PN 40/64 bar, quindi predisposta per un futuro potenziamento del recupero energetico (innalzamento della camera di carico), in base a quanto esposto al capitolo precedente.

Parallelamente alla nuova condotta è posato un tubo portacavo per l'inserimento della fibra ottica, quale media di trasmissione dei dati per la regolazione della turbina.

La variante è presentata sul piano no. 1619-101.2.

Con una portata media delle sorgenti attualmente captate di ca. 9 l/s, la potenza media erogata dall'impianto sarebbe di ca. 16 kW e risulterebbe una produzione media annua di energia di ca. 138'000 kWh.

La portata massima turbinata sarebbe attualmente di ca. 15 l/s e genererebbe una potenza massima dell'impianto di ca. 26 kW.

L'energia prodotta alimenterebbe direttamente il serbatoio senza necessità di un ulteriore allacciamento elettrico e l'energia eccedente sarebbe tale da rendere vantaggioso un collegamento alla rete elettrica, per la vendita dell'energia alla Società Elettrica Sopracenerina.

Secondo quanto confermato dalla SES con scritto del 7 giugno '02, l'energia prodotta potrebbe essere distribuita in rete presso il palo BT nelle vicinanze del mappale no. 493, dove già sarebbe previsto il collegamento elettrico del serbatoio.

L'investimento per il recupero energetico secondo questa variante è preventivato in:

- |   |                      |
|---|----------------------|
| • opere di genio civile / idrauliche (sostituzione condotta): | fr. 450'000.-        |
| • opere elettromeccaniche (microcentrale e annessi):          | fr. 180'000.-        |
| <b>totale:</b>  | <b>fr. 630'000.-</b> |

Il prezzo di ripresa dell'energia prodotta dalla microcentrale al nuovo serbatoio è calcolato secondo quanto previsto dall'Ordinanza sull'Approvvigionamento Elettrico del 14 marzo 2008:

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| - potenza equivalente:           | 15.8 kW               |
| - produzione annua:              | 138'000 kWh           |
| - ore annue d'esercizio:         | 8'760 h               |
| - salto lordo:                   | 224 m                 |
| - investimento totale:           | 630'000 fr.           |
| - costi opere idrauliche:        | 450'000 fr.           |
| <br>                             |                       |
| - remunerazione di base:         | 23.81 cts./kWh        |
| - bonus di dislivello:           | 1.23 cts./kWh         |
| - bonus per le opere idrauliche: | 4.95 cts./kWh         |
| totale:                          | <b>29.99</b> cts./kWh |

Risulta dunque un ricavo medio annuo pari a:

$$138'000.- \text{ kWh} * 29.9 \text{ cts./kWh} \cong 41'300 \text{ fr./anno.}$$

La redditività dell'impianto, valutata sul confronto tra il ricavo medio annuo ed il costo annuo per l'investimento e per la manutenzione degli impianti, è presentata al capitolo 4.5, unitamente alle altre varianti.

### 4.3 Variante 3: camera di carico a 870 m s.m. e nuova condotta PN sino a 64 bar

In questa variante si propone di ubicare la camera di carico a ca. 870 m s.m., con un volume d'accumulo di almeno 10 mc, che fungerebbe anche da serbatoio di alimentazione della rete di distribuzione dei Monti.

Con l'installazione di una microcentrale nel nuovo serbatoio a 466 m s.m., il salto sfruttato per il recupero energetico sarebbe dunque di ca. 404 m.

Questa variante implica la sostituzione della condotta di adduzione tra il nuovo serbatoio Monti ed il nuovo serbatoio principale su una lunghezza di ca. 1'130 ml. Anche in questo caso si prevede una nuova condotta DN 150 mm e pressione nominale PN 25/40/64 bar.

Queste pressioni permettono un futuro potenziamento del recupero energetico sfruttando il salto già a partire da ca. 1'000 m s.m., dove potrebbe essere realizzata una nuova camera di raccolta delle sorgenti e di carico per una nuova e più potente microcentrale, che rimarrebbe ubicata nel serbatoio a 466 m s.m.. A quel momento il serbatoio Monti a 870 m s.m. rimarrebbe per lo stoccaggio e l'erogazione d'acqua ai Monti e sarebbe alimentato direttamente dalla condotta forzata, tramite un sistema di derivazione dell'acqua in funzione della richiesta dei Monti.

La variante 3 è presentata sul piano no. 1619-101.3.

Con una portata media delle sorgenti attualmente captate di ca. 9 l/s, la potenza media prodotta dalla microcentrale con camera di carico a 870 m s.m. sarebbe di ca. 28 kW e risulterebbe una produzione media annua di energia di ca. 248'000 kWh.

La portata massima turbinata sarebbe attualmente di ca. 15 l/s e genererebbe una potenza massima dell'impianto di ca. 47 kW.

L'investimento per il recupero energetico secondo questa variante è preventivato in:

- opere di genio civile / idrauliche (sostituzione condotta) fr. 940'000.-
- opere elettromeccaniche (microcentrale e annessi) fr. 220'000.-
- totale: **fr. 1'160'000.-**

Il prezzo di ripresa dell'energia prodotta dalla microcentrale al nuovo serbatoio è calcolato secondo quanto previsto dall'Ordinanza sull'Approvvigionamento Elettrico del 14 marzo 2008:

- potenza equivalente: 28.3 kW
- produzione annua: 248'000 kWh
- ore annue d'esercizio: 8'760 h
- salto lordo: 404 m
- investimento totale: 1'160'000 fr.
- costi opere idrauliche: 940'000 fr.

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| - remunerazione di base:         | 22.12 cts./kWh        |
| - bonus di dislivello:           | 1.13 cts./kWh         |
| - bonus per le opere idrauliche: | 4.53 cts./kWh         |
| <b>totale:</b>                   | <b>27.78</b> cts./kWh |

Risulta dunque un ricavo medio annuo pari a:

$$248'000.- \text{ kWh} * 27.8 \text{ cts./kWh} \cong 68'900 \text{ fr./anno.}$$

La redditività dell'impianto, valutata sul confronto tra il ricavo medio annuo ed il costo annuo per l'investimento e per la manutenzione degli impianti, é presentata al capitolo 4.5, unitamente alle altre varianti.

#### 4.4 Variante 4: camera di carico a 870 m s.m. e nuova condotta PN sino a 40 bar

Questa variante prevede, analogamente alla variante 3, la camera di carico a ca. 870 m s.m., che servirebbe dunque anche da serbatoio per i Monti. Analogamente alla variante 3 il salto sfruttato sarebbe di ca. 404 m.

Rispetto alla variante 3 si prevede la posa di una nuova condotta di adduzione con tenuta di pressione sino a 40 bar, e non 64 bar, dunque con costi d'investimento inferiori.

Ciò significa che al serbatoio principale sarà possibile un potenziamento del recupero energetico ma solamente in relazione ad un futuro aumento dei quantitativi d'acqua captati a monte, mentre il salto rimarrebbe il medesimo.

In questo senso il nuovo serbatoio Monti fungerebbe, anche in futuro, sia da riserva d'acqua per i Monti sia da camera di carico per la microcentrale al serbatoio principale; per questo motivo si prevede, rispetto alla variante 3, un serbatoio di maggiori dimensioni, con un volume d'accumulo di ca. 40 mc.

D'altra parte in futuro rimarrebbe comunque la possibilità di installare una seconda microcentrale presso il serbatoio Monti, sfruttando dunque il salto di ca. 130 m tra una futura nuova camera di raccolta delle sorgenti e di carico a ca. 1'000 m s.m. ed il serbatoio Monti a ca. 870 m s.m. Questa ipotesi permetterebbe di fornire energia elettrica ai Monti e di trasportare l'energia eccedente a valle.

Questa variante creerebbe in futuro maggiori oneri di manutenzione rispetto alle varianti precedenti, generati, in particolare, dalle due microcentrali, di cui soprattutto una di difficile accesso.

La variante 4 è presentata sul piano no. 1619-101.4.

Analogamente alla variante 3, con la portata media di 9 l/s delle sorgenti attualmente captate la potenza media della microcentrale con camera di carico a 870 m s.m. sarebbe di ca. 28 kW e l'energia prodotta in un anno sarebbe di ca. 249'000 kWh.

La portata massima turbinata sarebbe attualmente di ca. 15 l/s e genererebbe una potenza massima dell'impianto di ca. 47 kW.

L'investimento per il recupero energetico secondo questa variante è preventivato in:

- opere di genio civile / idrauliche (sostituzione condotta) fr. 840'000.-
- opere elettromeccaniche (microcentrale e annessi) fr. 220'000.-
- totale: fr. **1'060'000.-**

Il prezzo di ripresa dell'energia prodotta dalla microcentrale al nuovo serbatoio è calcolato secondo quanto previsto dall'Ordinanza sull'Approvvigionamento Elettrico del 14 marzo 2008:

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| - potenza equivalente:           | 28.4 kW               |
| - produzione annua:              | 249'000 kWh           |
| - ore annue d'esercizio:         | 8'760 h               |
| - salto lordo:                   | 404 m                 |
| - investimento totale:           | 1'060'000 fr.         |
| - costi opere idrauliche:        | 840'000 fr.           |
| <br>                             |                       |
| - remunerazione di base:         | 22.11 cts./kWh        |
| - bonus di dislivello:           | 1.13 cts./kWh         |
| - bonus per le opere idrauliche: | 4.53 cts./kWh         |
| totale:                          | <b>27.76</b> cts./kWh |

Risulta dunque un ricavo medio annuo pari a:

$$249'000.- \text{ kWh} * 27.8 \text{ cts./kWh} \cong 69'200 \text{ fr./anno.}$$

La redditività dell'impianto, valutata sul confronto tra il ricavo medio annuo ed il costo annuo per l'investimento e per la manutenzione degli impianti, è presentata al capitolo 4.5, unitamente alle altre varianti.

#### 4.5 Costo annuo e redditività

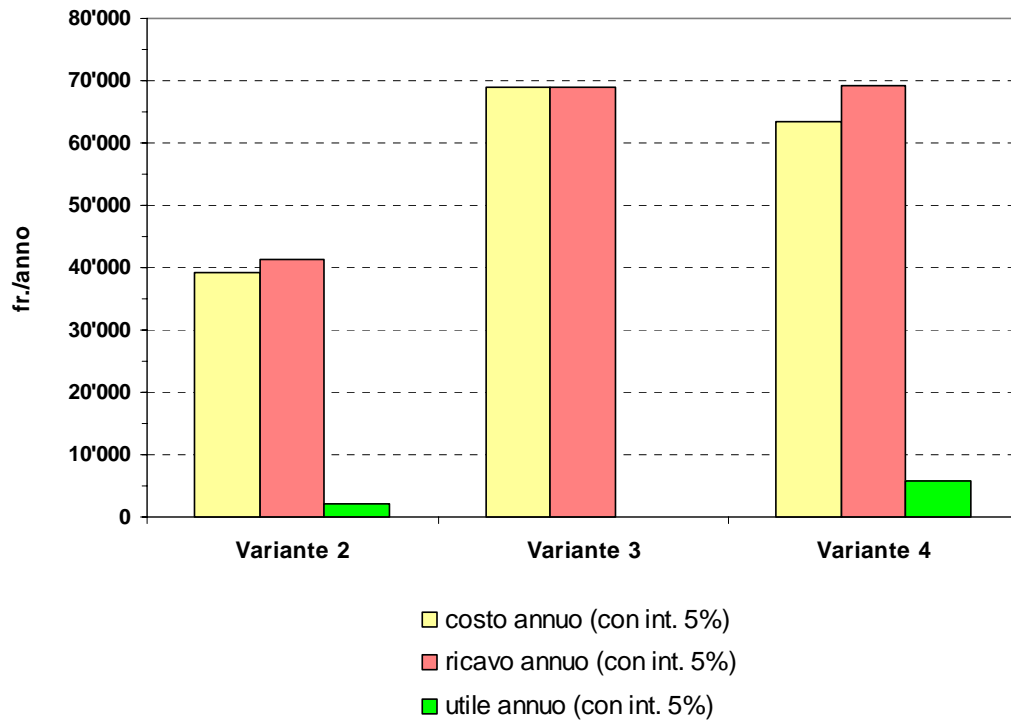
La tabella seguente riporta il calcolo del costo annuo per la realizzazione delle opere di recupero energetico, assumendo 50 anni di ammortamento per le opere di genio civile e 25 anni per le opere elettromeccaniche ed applicando un tasso d'interesse del 5%.

Al costo annuo sull'investimento va poi aggiunto un importo annuo per la manutenzione ordinaria degli impianti.

|  |                 | Variante 2    | Variante 3    | Variante 4    |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Costo annuo dell'investimento secondo annualità:</b>                                    |                 |               |               |               |
| <b>Opere genio civile</b>  |                 |               |               |               |
| Costo:   | fr.             | 450'000       | 940'000       | 840'000       |
| Ammortamento in:   | anni            | 50            | 50            | 50            |
| Interesse:   | %               | 5.0           | 5.0           | 5.0           |
| Costo annuo:   | fr./anno        | 24'650        | 51'490        | 46'012        |
| <b>Installazioni elettromeccaniche</b>   |                 |               |               |               |
| Costo:   | fr.             | 180'000       | 220'000       | 220'000       |
| Ammortamento in:   | anni            | 25            | 25            | 25            |
| Interesse:   | %               | 5.0           | 5.0           | 5.0           |
| Costo annuo:   | fr./anno        | 12'771        | 15'610        | 15'610        |
| Arrotondamento   |                 | 79            | 0             | 78            |
| <b>Totale</b>  | <b>fr./anno</b> | <b>37'500</b> | <b>67'100</b> | <b>61'700</b> |
| <b>Costo annuo per esercizio e manutenzione:</b>   |                 |               |               |               |
| <b>Installazioni elettromeccaniche</b>   |                 |               |               |               |
| Interventi sulla turbina e sul generatore<br>(sostituzione cuscinetti ogni 7-8 anni, ecc.) | fr./anno        | 600           | 600           | 600           |
| Interventi sull'impianto di comando  | fr./anno        | 200           | 200           | 200           |
| <b>Gestione e sorveglianza</b>   | fr./anno        | 1'000         | 1'000         | 1'000         |
| <b>Totale</b>  | <b>fr./anno</b> | <b>1'800</b>  | <b>1'800</b>  | <b>1'800</b>  |
| <b>Totale costi annui per recupero energetico</b>  | <b>fr./anno</b> | <b>39'300</b> | <b>68'900</b> | <b>63'500</b> |

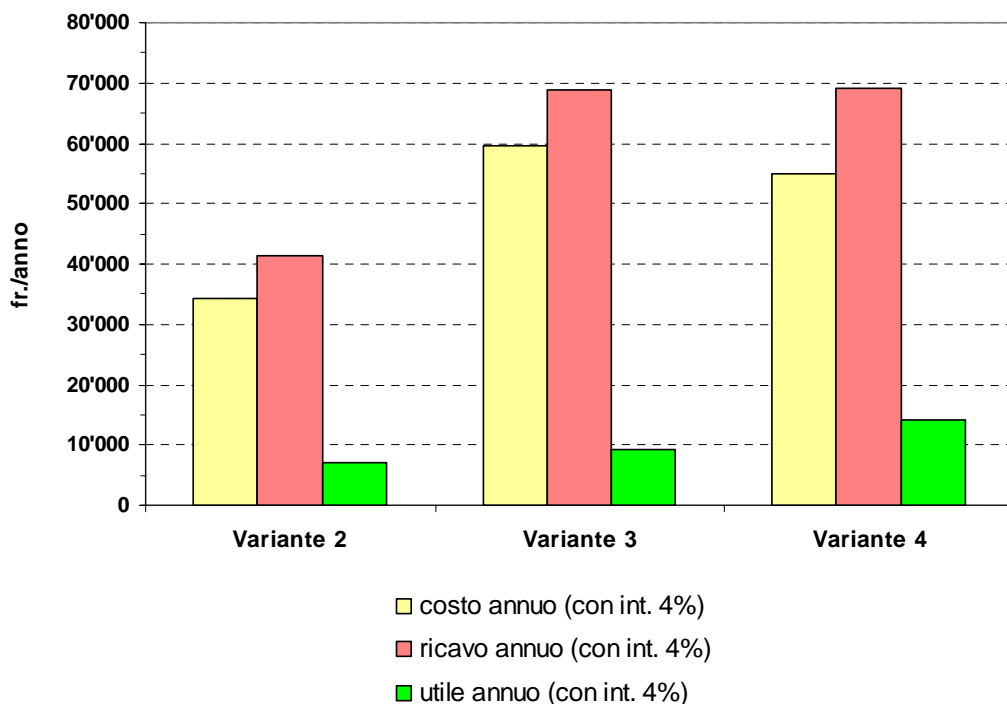
La redditività dell'impianto (utile o perdita) risulta dal rapporto tra i costi annui ed i ricavi dalla vendita dell'energia:

|               |                 |        |        |        |
|---------------|-----------------|--------|--------|--------|
| <b>Ricavo</b> | <b>fr./anno</b> | 41'300 | 68'900 | 69'200 |
| <b>Utile</b>  | <b>fr./anno</b> | 2'000  | 0      | 5'700  |



In tutte le varianti il costo per la realizzazione delle opere di recupero energetico sarebbe autofinanziato dalla vendita dell'energia. Nelle varianti 2 e 4 risulta un piccolo utile, che andrebbe a coprire una parte dei costi per la costruzione del nuovo serbatoio.

L'entità dell'utile dipende anche dal tasso d'interesse applicato sull'investimento. A titolo di paragone esponiamo il grafico che risulterebbe applicando un interesse del 4%.



#### 4.6 Ricapitolazione e valutazione delle varianti

La tabella seguente riassume i dati caratteristici di ogni variante analizzata.

| Variante   | Salto lordo | Portata media turbinata 9 l/s |         | Energia media  | Portata massima turbinata 15 l/s |         | Prezzo di ripresa | Ricavo medio annuo | Costo annuo | Utile annuo  | Costo annuo | Utile annuo   |                          |          |                          |          |
|------------|-------------|-------------------------------|---------|----------------|----------------------------------|---------|-------------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|---------------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|
|            |             | Salto netto                   | Potenza |                | Salto netto                      | Potenza |                   |                    |             |              |             |               | con tasso d'interesse 5% |          | con tasso d'interesse 4% |          |
|            |             |                               |         |                |                                  |         |                   |                    |             |              |             |               | fr./anno                 | fr./anno | fr./anno                 | fr./anno |
|            | m           | m                             | kW      | kWh/anno       | m                                | kW      | cts./kWh          | fr./anno           | fr./anno    | fr./anno     | fr./anno    | fr./anno      |                          |          |                          |          |
| Variante 2 | 224         | 223                           | 16      | <b>138'000</b> | 221                              | 26      | 29.9              | <b>41'300</b>      | 39'300      | <b>2'000</b> | 34'300      | <b>7'000</b>  |                          |          |                          |          |
| Variante 3 | 404         | 402                           | 28      | <b>248'000</b> | 397                              | 47      | 27.8              | <b>68'900</b>      | 68'900      | <b>0</b>     | 59'700      | <b>9'200</b>  |                          |          |                          |          |
| Variante 4 | 404         | 402                           | 28      | <b>249'000</b> | 398                              | 47      | 27.8              | <b>69'200</b>      | 63'500      | <b>5'700</b> | 55'000      | <b>14'200</b> |                          |          |                          |          |

La variante 4 risulta economicamente più vantaggiosa rispetto alle altre soluzioni ma, a nostro parere, meno idonea per un futuro potenziamento del recupero energetico, sebbene ulteriori sviluppi in questo senso non siano compromessi. Come per le altre varianti la nuova condotta sarebbe già predisposta per un futuro incremento della portata d'acqua (DN 150 mm) ma non permetterebbe un incremento della pressione d'esercizio. Lo sfruttamento di un maggior salto rimarrebbe comunque possibile ma solo con la posa di una seconda microcentrale al serbatoio Monti.

Rispetto alla variante 2, le varianti 3 e 4 portano un beneficio anche all'acquedotto dei Monti, dotandolo di un nuovo serbatoio. Inoltre la condotta di adduzione sarebbe completamente rifatta su una tratta assai più lunga (ca. 1'130 ml rispetto a 510 ml nella variante 2).

## 5. Conclusioni

Con la costruzione del nuovo serbatoio a S. Abbondio si presenta la possibilità tecnica ed economica di anche realizzare un impianto di recupero energetico, in diverse possibili varianti.

In dipendenza della variante scelta, l'investimento totale sarebbe il seguente:

- variante 2: serbatoio fr. 1'660'000.- + microcentrale fr. 630'000.- = fr. 2'290'000.-
- variante 3: serbatoio fr. 1'660'000.- + microcentrale fr. 1'160'000.- = fr. 2'820'000.-
- variante 4: serbatoio fr. 1'660'000.- + microcentrale fr. 1'060'000.- = fr. 2'720'000.-

La messa in appalto di entrambe le opere (serbatoio e recupero energetico) permetterebbe, con buone probabilità, di ridurre i costi rispetto ad una realizzazione in fasi separate.

In tutte le varianti analizzate il maggior costo per la realizzazione del recupero energetico sarebbe autofinanziato dalla vendita dell'energia.

Oltre all'aspetto finanziario, riteniamo che la scelta della variante debba anche considerare i benefici per i Monti, le possibilità ed i costi per una futura estensione del progetto (potenziamento del recupero energetico al momento in cui saranno recuperate le vecchie prese e sarà anche captata la sorgente Tempelina), nonché i relativi futuri costi di esercizio e manutenzione degli impianti (cfr. cap. 4.6).

Direttore:

---

( Dipl. Ing. G. Sciarini )

Resp. progetto:

---

( Dipl. Ing. M. Conti )