

# IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE "ALBERONE" COMUNE DI SAVOGNA (UD)

## PROGETTO DEFINITIVO

|   |   |
|---|---|
| ALLEGATO N.<br><br><b style="font-size: 2em;">1.1</b>   | <b>RELAZIONE GENERALE</b>   |
| SCALA   |   |
| DATA<br>APRILE 2016   |   |
| <b>PROGETTAZIONE</b><br><br> <p>Viale della Stazione n° 40<br/>32035 Santa Giustina (BL)<br/>Tel: +39 0437 858 549 - 859 225<br/>Fax: +39 0437 857 084 E-mail: info@zollet.eu</p> | <b>IL PROGETTISTA</b><br><br>dott. ing. Lucio Zollet<br> |
| <b>PROPONENTE</b><br><br> <p>Bagnoli della Rosandra n° 64<br/>34018 San Dorligo della Valle / Dolina (TS)<br/>Tel: +39 040 245 72 93<br/>E-mail: Sunex2.ts@gmail.com</p>          | <b>CONSULENTE</b>   |

| NOME FILE        | DATA        | DESCRIZIONE                  | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO |
|------------------|-------------|------------------------------|---------|-------------|-----------|
| 152_PD_1.1_RG_00 | APRILE 2016 | PROGETTO DEFINITIVO E S.I.A. | SEGAT   | D'ESTE      | ZOLLET    |



## INDICE

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | PREMESSA .....   | 2  |
| 2     | INQUADRAMENTO DELL'OPERA .....                               | 7  |
| 3     | DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....                              | 8  |
| 3.1   | OPERA DI PRESA .....   | 8  |
| 3.1.1 | Caratteristiche generali .....                               | 8  |
| 3.1.2 | Sghiaiatore e dissabbiatore .....                            | 9  |
| 3.1.3 | Vasca di carico e camera valvole .....                       | 10 |
| 3.1.4 | Sistemazioni dell'alveo .....                                | 10 |
| 3.2   | CONDOTTA FORZATA .....                                       | 11 |
| 3.3   | CENTRALE DI PRODUZIONE .....                                 | 12 |
| 4     | DEFLUSSO MINIMO VITALE .....                                 | 16 |
| 4.1   | DETERMINAZIONE DEL DMV .....                                 | 16 |
| 4.1.1 | Aspetti tecnici relativi al rilascio del DMV .....           | 16 |
| 4.1.2 | Scala di rimonta .....                                       | 17 |
| 4.2   | APPROFONDIMENTI SUL MANTENIMENTO DEL DMV LUNGO L'ALVEO ..... | 18 |
| 5     | PORTATE UTILIZZATE DALL'IMPIANTO .....                       | 20 |
| 6     | PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO .....                            | 22 |
| 7     | CANTIERIZZAZIONE .....                                       | 23 |
| 8     | PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO .....               | 25 |
| 9     | DATI DI CONCESSIONE .....                                    | 26 |
| 10    | BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....                            | 27 |

---

## 1 PREMESSA

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente sul Torrente Alberone nel comune di Savogna, in provincia di Udine.

La Figura 1 illustra la localizzazione geografica dell'area di intervento

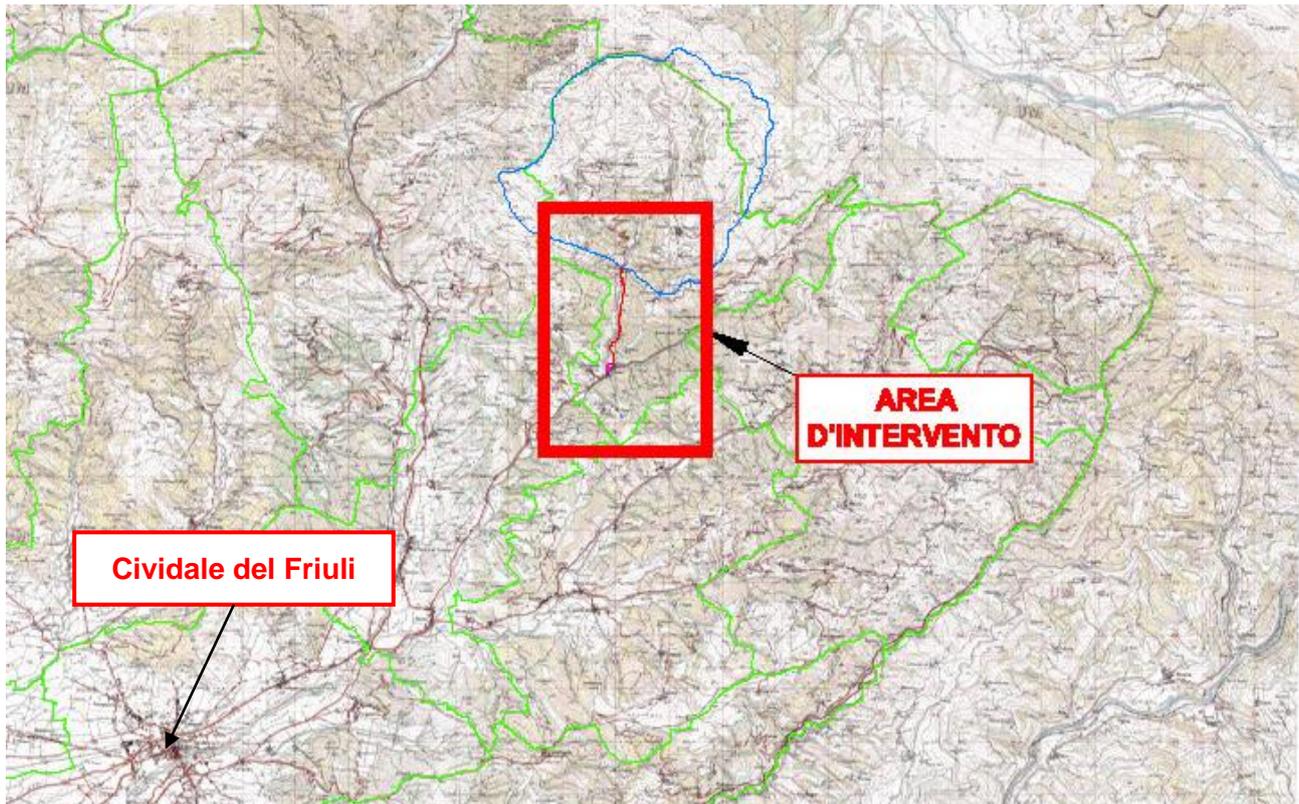


Figura 1 - Localizzazione dell'area di intervento.

Il torrente Alberone, chiamato anche torrente Aborna, che dà il nome alla vallata dove sorge Savogna, nasce dalla sorgente Scrilla a 1403 m s.l.m., sul fianco meridionale del Matajur (la cui altezza è 1641 m) ed agli inizi scorre con i nomi di Scrilla e di Scaugnach e, dopo essere giunto nelle vicinanze dell'abitato di Losaz, assume il nome definitivo di Aborna e quindi Alberone. Dopo aver raccolto le acque di tutti i torrentelli che scendono dal Matajur e di quelle, più abbondanti, dei torrenti Rieca e Cosizza, l'Alberone confluisce nel fiume Natisone nei pressi del paese di Ponte San Quirino. Il Natisone a sua volta è un affluente del fiume Isonzo.

Il territorio del Comune è prevalentemente montano con il Matajur che domina tutte le vallate sottostanti e sulla cui sommità passano i confini comunali e quelli con la repubblica di Slovenia. Le altre cime presenti sono composte dagli ultimi contrafforti settentrionali del monte Colovrat e precisamente il monte San Giovanni, alto 704 m s.l.m. ed il monte San Egidio, alto 634 m s.l.m.. L'area è ricca di cavità e grotte carsiche.

Il bacino idrografico del torrente si estende quasi interamente nel comune di Savogna (Figura 2).

L'impianto, del tipo ad acqua fluente, è previsto a derivazione laterale, ovvero con la soglia di derivazione posta lungo la sponda sinistra del torrente, a monte di una traversa che verrà realizzata ex-novo, subito dopo un ponte stradale che attraversa il torrente.

Sono state valutate diverse ipotesi progettuali e la scelta è stata ponderata tra diversi fattori concorrenti: la valutazione idrologica del torrente, l'analisi morfologica dell'alveo e del terreno, l'analisi finanziaria ed il rapporto costi-producibilità dell'impianto.

Sulla base delle informazioni ricavate dalle analisi appena richiamate, si è deciso di inserire l'opera di presa subito a valle del ponte che nei pressi di località Ieronizza attraversa il torrente, in corrispondenza di una zona sufficientemente larga e regolare per permettere l'inserimento delle strutture ausiliarie (Figura 3).

Questo tratto presenta, come si evince dalla foto, fondo con massi di media dimensione in alveo, con andamento complessivamente abbastanza regolare.

Relativamente al rilascio del DMV, esso avverrà con un sistema che includerà la scala di risalita per i pesci, garantendo contestualmente tanto la corretta gestione ambientale quanto la continuità per l'ittiofauna presente lungo il torrente.

Va inoltre sottolineato che la scelta di scaricare parte del DMV lungo la scala di risalita dei pesci presenta il vantaggio di rendere prioritario il rilascio verso valle delle minime portate previste, in quanto la soglia di presa del DMV si trova a quota inferiore rispetto alla soglia sfiorante della traversa.

Le parti che compongono la presa sono quindi progettate al fine di:

- rilasciare una portata pari al valore del Deflusso Minimo Vitale (DMV) di legge pari a 93 l/s (rilasciato adottato pari a 95 l/s);
- derivare in vasca di carico fino a 0,798 m<sup>3</sup>/s dal torrente, in ragione della portata in arrivo e delle esigenze di funzionamento dell'impianto;
- garantire che il transito delle portate di piena sulla traversa avvenga in condizioni di sicurezza idraulica;
- consentire alle specie ittiche la risalita del torrente.



L'impianto è stato dimensionato per funzionare con il livello idrometrico nella vasca di carico posto a quota 345,30 m s.l.m., che è mantenuto costante agendo sui regolatori di macchina e a cui corrisponde la portata massima derivabile pari a 0,798 m<sup>3</sup>/s: eccessi di portata sono rilasciati in alveo dallo scolmatore posta nel manufatto dissabbiatore.



Figura 3 - Vista verso valle del t. Alberone nei pressi della area di inserimento dell'opera di presa

Per quanto riguarda il meccanismo di rilascio del DMV, invece, si è prevista in sinistra idraulica una soglia a quota 345,20 m s.l.m. in grado di alimentare la scala di risalita dei pesci lungo la quale avviene lo scarico diretto del DMV che sarà presidiato da una paratoia orizzontale mobile che permetterà di mantenere il deflusso del DMV entro i limiti previsti, fino a che i livelli non superano la quota della gàveta.

Il trasferimento dell'acqua fino alla centrale di produzione sarà attuato con una condotta forzata DN600 in PRFV lunga complessivamente circa 1.930 m.

L'individuazione del tracciato per la condotta forzata è stata mirata, oltre che ad un contenimento dei costi dell'impianto anche ad una minimizzazione degli impatti ambientali e paesaggistici.

La posizione della centrale di produzione, originariamente prevista in uno slargo abbastanza pianeggiante nei pressi del torrente, è stata modificata a seguito dell'osservazione pervenuta dal Servizio Difesa del Suolo, spostando di fatto l'edificio centrale nella parte alta del terrazzo

alluvionale del T. Alberone, in un'area semi pianeggiante, facilmente raggiungibile e sufficientemente distante dalla zona abitata.

L'accesso è garantito sempre dalla strada turistica di Montemaggiore

La restituzione delle acque derivate avviene nell'Alberone stesso a quota circa pari a 217,00 m s.l.m..

I locali di misura e controllo dell'impianto saranno realizzati fuori terra, in testa al pozzo-centrale, in un edificio le cui dimensioni saranno tali da produrre il minor impatto ambientale e visivo possibile.

Come meglio riportato nei punti successivi, si evidenzia comunque che, tra i fini principali della nuova opera, c'è quello del contributo al raggiungimento, per l'Italia, dell'obiettivo relativo alla produzione di energia da fonti rinnovabile che dovrà attestarsi, entro il 2020, al 17% del consumo energetico.

In questo senso, il nuovo impianto, con una produzione annua stimata in circa 2.300 MWh, contribuirà a risparmiare, per ogni anno di vita, circa 411 Tep tonnellate equivalente di petrolio (Fonte Delibera EEN 3/08) e 891 tonnellate di CO<sub>2</sub> (Fonte European Environmental Agency).

## 2 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il nuovo impianto, riferito al sistema di coordinate Gauss-Boaga, fuso Est, ha le seguenti coordinate di riferimento:

| LOCALIZZAZIONE DELLE OPERE                                   |         |          |              |
|--|---------|----------|--------------|
| Coordinate Planimetriche (E,N)<br>Gauss – Boaga – Fuso ovest |         |          | Quota        |
| Punto  | Est [m] | Nord [m] | [m s.l.m.m.] |
| OPERA DI PRESA<br>(centro sezione in alveo)                  | 2407047 | 5114781  | 345.00       |
| CENTRALE DI PRODUZIONE<br>(centro edificio centrale)         | 2406831 | 5113001  | 238.50       |
| PUNTO DI RESTITUZIONE<br>(fondo tubo)                        | 2406791 | 5112960  | 218.95       |
| PUNTO DI RESTITUZIONE<br>(centro sezione in alveo)           | 2406779 | 5112960  | 217.00       |

*Tabella 1 – Coordinate plano-altimetriche dell'opera di presa e della centrale di produzione*

### **3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO**

#### **3.1 OPERA DI PRESA**

##### **3.1.1 Caratteristiche generali**

L'opera di presa sarà formata da un complesso di manufatti tra i quali si distinguono la traversa fissa, la scala di risalita dei pesci, la vasca sghiaiatrice e il dissabbiatore per la decantazione dei solidi trasportati dall'acqua e, infine, la vasca di carico e la camera valvole.

L'opera sarà accessibile, provenendo dalla località di Ieronizza, in comune di Savogna (UD), abbandonando la strada comunale che attraversa la località e scendendo lungo una strada di nuova realizzazione, che al termine dei lavori diventerà la strada di accesso al manufatto.

L'opera di presa sarà costituita da una traversa dello spessore di 1 m che avrà lo scopo di creare un bacino di calma dal quale, mediante l'opera di derivazione laterale, sarà derivata l'acqua da addurre alla centrale di produzione.

La gàveta dell'opera, in cls, verrà rivestita in pietra ed avrà uno sviluppo di circa 10 m con quota minima di sfioro a 345,70 m s.l.m. A monte e a valle della traversa verranno posizionati massi intasati in c.a., al fine di creare una sorta di bacini di calma, per consentire la derivazione laterale a monte, per regolarizzare il fondo e la turbolenza a valle.

La sezione in corrispondenza della nuova opera di presa verrà raccordata in sinistra idraulica, dove verranno realizzati i manufatti che deriveranno l'acqua da addurre alla centrale di produzione.

L'opera di presa sarà del tipo "a derivazione laterale", ovvero con la soglia di derivazione disposta lungo la sponda del torrente, a monte della traversa.

Per garantire il transito del DMV si realizzerà un'incisione nella gàveta della soglia, in sinistra idraulica, della larghezza di 100 cm, con tale incisione si realizzerà una soglia sfiorante a quota 345,20 m s.l.m., ovvero 30 cm sotto la quota di sfioro fissata per la derivazione posta a 345,50 m s.l.m. Con questa configurazione delle soglie sfioranti quando il livello idrico è tale da realizzare uno sfioro dalla soglia di derivazione per la luce dedicata al DMV transita verso valle una portata non inferiore a quella fissata per il minimo deflusso vitale, che potrà inoltre essere modulato per mezzo di una paratoia metallica di regolazione.

Il deflusso del DMV sarà garantito sfruttando una scala pesci appositamente realizzata.

Con questa configurazione delle soglie sfioranti quando il livello idrico raggiunge la quota di sommità della soglia di derivazione, attraverso la luce dedicata al DMV transita una portata non inferiore a quella fissata per il minimo deflusso vitale.

### **3.1.2 Sghiaiatore e dissabbiatore**

A valle della soglia di derivazione saranno realizzate le vasche per la sedimentazione dei materiali flottanti che, trasportati dalla corrente, dovessero entrare nel sistema.

Per la sedimentazioni di questi materiali saranno realizzate una vasca sghiaiatrice e una vasca dissabbiatrice: nella prima si prevede di far decantare particelle di dimensione non inferiore a 1 cm, mentre nella seconda saranno decantati tutti i materiali fini che la corrente trasporta con sé.

Lo sghiaiatore avrà una larghezza di 3,50 m in corrispondenza della soglia sfiorante che immette nel dissabbiatore e lunghezza complessiva di circa 8.50m.

La pendenza all'interno della vasca sarà del 20% garantendo, in occasione delle cacciate, lo scarico dei materiali depositati. La luce di scarico sarà posta nel punto più depresso della vasca e sarà presidiata da una paratoia di dimensioni 0,8x0,75 m<sup>2</sup> automatizzata e temporizzata così da garantire la cacciata a intervalli regolari.

La quota dello sfioratore che divide le vasche è posta a +345,10 m s.l.m..

A valle della soglia sarà posto il dissabbiatore lungo 12,00 m e con sezione maestra larga 3.5 m. Al termine sarà posto un altro sfioratore che scaricherà le acqua purificate all'interno della vasca di carico.

Sovrapposto agli sfioratori di monte che immettono nel dissabbiatore, sarà posizionato il sistema di allontanamento del materiale flottante costituito nel complesso da una griglia con annesso sgrigliatore. Il dissabbiatore sarà presidiato a monte da una paratoia, larga 3,5 m e alta 3 m, per mezzo della quale, in caso di necessità, sarà possibile isolare il sistema e permettere i necessari interventi.

La sezione del dissabbiatore sarà di forma tipica per questo manufatto, vale a dire con una canaletta sul fondo, larga 0,9 m e altezza variabile da monte verso valle, una tramoggia con sponde inclinate per passare dalla larghezza della canaletta alla larghezza di 3.5 m e, nella parte superiore, sponde verticali fino al sottotrave della soletta di copertura.

Lo scarico del materiale depositato sul fondo sarà garantito da una luce posizionata alla termine della vasca.

La luce di fondo sarà presidiata da una paratoia di dimensioni 0,80 x 0,60 m<sup>2</sup>, automatizzata e temporizzata così da garantire la cacciata a intervalli regolari.

Il dissabbiatore sarà inoltre provvisto di uno sfioratore di troppo pieno, lungo 4 m e alto 1 m posto lateralmente, dal quale saranno fatte evacuare le portate in eccedenza che si immetteranno nel sistema per l'aumentare delle quote idrometriche a monte della traversa di presa. La quota di sfioro sarà posta a +345,40 m s.l.m., corrispondente con la quota del livello idrometrico nella vasca, garantendo l'immediata restituzione al t. Alberone delle portate in eccesso.

Per l'accesso all'interno delle vasche durante le ispezioni e le fasi di manutenzione, la soletta di copertura sarà provvista di appositi passi d'uomo.

### **3.1.3 Vasca di carico e camera valvole**

A valle del dissabbiatore si sviluppa la vasca di carico che permette di mantenere costante il livello di monte e quindi il salto utile per la produzione di energia.

La vasca, di dimensioni 3,5 x 3,5 m<sup>2</sup>, coperta da soletta munita di passo d'uomo per permetterne l'accesso, avrà il fondo a quota +342,65 m s.l.m.

Dalla vasca di carico parte la condotta forzata che trasporta le acque alla centrale di produzione.

A valle della vasca di carico, si trova la camera valvole dove sarà alloggiata la valvola a farfalla di prima intercettazione del flusso e il misuratore di portata di monte, mentre un secondo misuratore di portata sarà posizionato a valle subito prima dell'ingresso del fluido nella turbina.

Il flusso in transito sarà pertanto costantemente monitorato e qualora fosse rilevata una differenza di portata tra il misuratore di monte e quello di valle, il sistema provvederà a chiudere la valvole di intercettazione e a bloccare l'impianto per le necessarie ispezioni alla tubazione.

La valvola potrà essere messa in funzione, oltre che automaticamente, anche manualmente nel caso siano necessari interventi di manutenzione.

### **3.1.4 Sistemazioni dell'alveo.**

A monte della soglia di presa si realizzerà una sistemazione dell'alveo volta a stabilizzare il filone di magra della corrente verso il lato delle prese ed il varco per il DMV. Si realizzerà un materasso che comprenderà tutta la sezione dell'alveo, in massi di idonea pezzatura; tale fondo di massi ha il compito di creare il bacino di calma per consentire la derivazione laterale.

Anche a valle della soglia si ricostruirà la mantellata in massi, intervallati da massi di pezzatura più grande per dare maggiore stabilità al fondo ed evitare fenomeni di erosione.

### 3.2 CONDOTTA FORZATA

La condotta forzata, costituita per tutta la sua lunghezza, pari a circa 1.930 m, da una tubazione in PRFV DN 600 si sviluppa lungo il versante sinistro della valle lungo la strada turistica di Montemaggiore.

Il tracciato, si svilupperà principalmente sotto l'esistente strada asfaltata turistica di Montemaggiore interessando solo marginalmente tratti esterni, essenzialmente in corrispondenza degli attraversamenti di alcuni impluvi che scaricano le acque nell'Alberone. Fanno eccezione:

- i primi 350 m di monte dove la condotta correrà lungo la sponda sinistra del torrente sottostante la pista di accesso all'opera di presa; in questa prima parte è prevista anche la realizzazione di circa 180 m di scogliera in sponda sinistra per garantire la stabilità del versante, della pista di accesso e della condotta rispetto a possibili fenomeni erosivi al piede causati dagli eventi di piena;
- gli ultimi 65 m di valle dove la tubazione, lasciando la strada di Montemaggiore, segue il perimetro boscato in una radura pressoché pianeggiante per raggiungere la centrale di produzione a pozzo situata nell'orlo superiore del terrazzamento del T. Alberone.

La condotta forzata sarà dimensionata per sopportare il regime di pressioni in condizioni di esercizio e di colpo d'ariete.

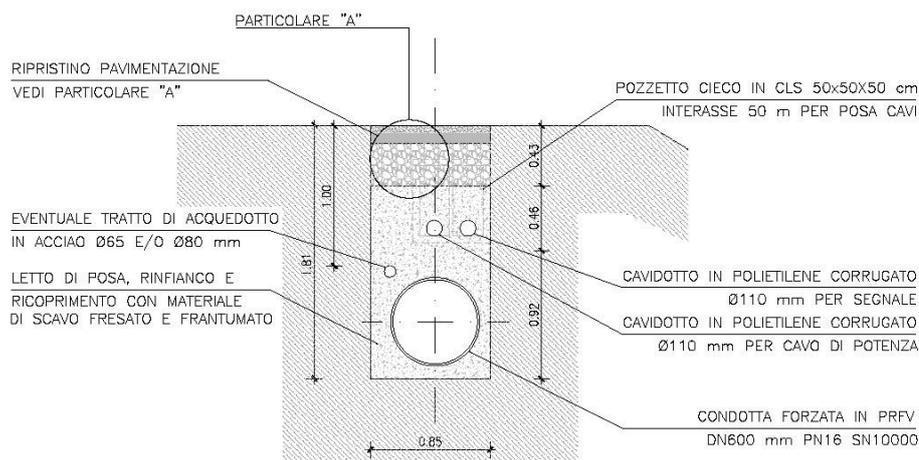


Figura 4 - Sezione tipo di posa della condotta forzata su strada asfaltata.

All'interno dello scavo della condotta saranno inoltre posizionati due tubi corrugati in polietilene per il passaggio del cavo di potenza per l'alimentazione elettrica dell'opera di presa e delle fibre ottiche per il collegamento tra la stessa opera di presa e la centrale.

Lo scavo, che sarà sempre a cielo aperto, avrà una profondità minima di 1.80 m al fine di garantire alla condotta un ricoprimento di almeno 1 m.

### 3.3 CENTRALE DI PRODUZIONE

La nuova centrale sorgerà in sommità al terrazzo alluvionale del T. Alberone, in sinistra idraulica ed in posizione esterna ad aree classificate dal PAI a rischio geologico o idraulico, in corrispondenza di un tratto semi pianeggiante al limite della zona boscata, subito a monte dell'abitato di Savogna.

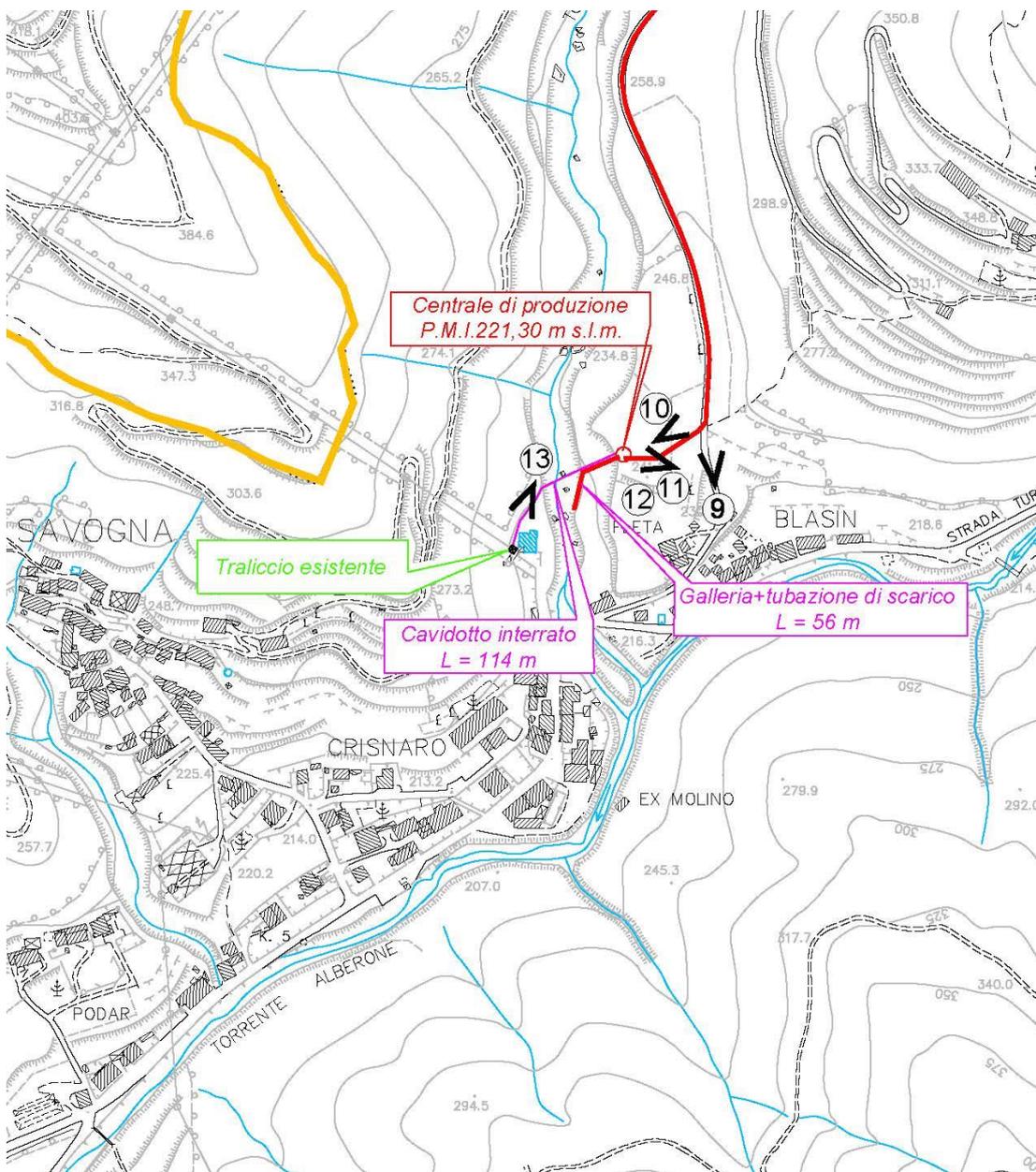


Figura 5 - Inquadramento generale della posizione della centrale (in rosso), in località Fleta nel Comune di Savogna.



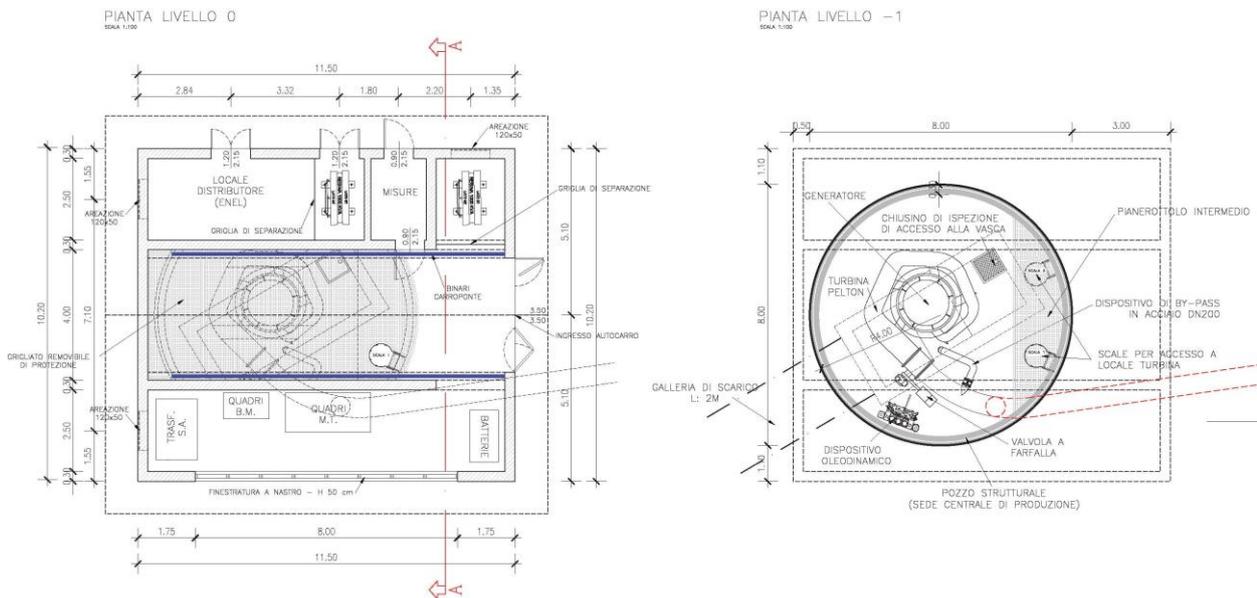


Figura 7 - Pianta della centrale di produzione.

**SEZIONE INTERVENTO - SEZ. 1**  
 SCALA 1:250

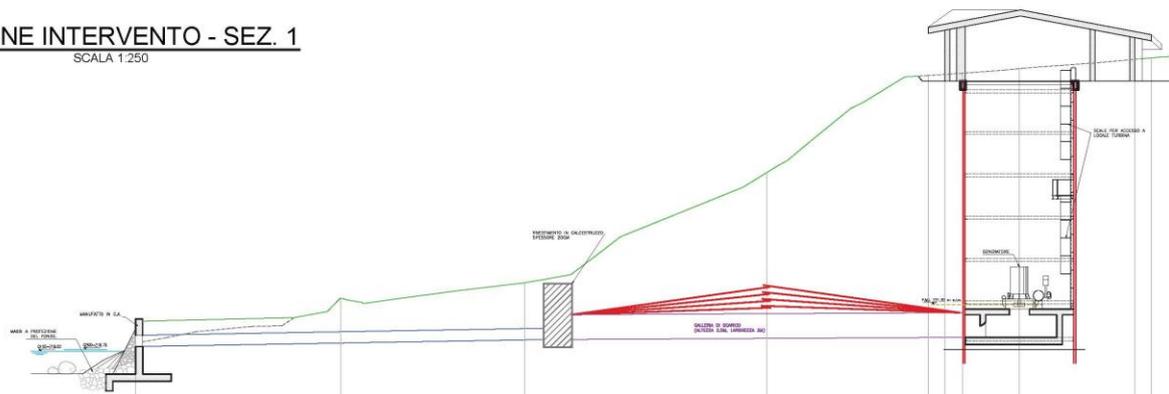


Figura 8 - Sezione centrale-scarico.

L'edificio, la cui struttura portante sarà realizzata interamente in calcestruzzo armato, avrà piano di calpestio a quota pari a circa 238 m s.l.m.; fuori terra verranno posizionate tutte le apparecchiature elettriche e di comando della centrale.

La turbina sarà tipo Pelton ad asse verticale, concepita per sfruttare al meglio le portate disponibili e massimizzare la produzione di energia elettrica.

La quota dell'asse degli ugelli della turbina Pelton sarà a 221,30 m s.l.m. che corrisponderà anche al P.M.I.

In pianta le misure di ingombro della copertura risultano pari a 13,50 x 12,20 m mentre l'altezza fuori terra sarà di circa 5 m. Al suo interno è previsto un carroponete da 10 t a comando manuale per la movimentazione delle componenti più pesanti in fase di montaggio e di manutenzione.

Esternamente le pareti dell'edificio saranno rivestite con pietra locale, come riportato nell'Allegato 7.3, in modo da rendere l'inserimento dell'opera più omogeneo con il paesaggio locale.

I serramenti di cui l'edificio sarà dotato, compresi i portoni di accesso, saranno realizzati in legno, per meglio adeguarsi all'architettura tipica della zona.

Al di sotto della turbina sarà realizzata una vasca (di dimensioni planimetriche pari a 4,70 x 1,40 m) destinata ad accogliere le acque turbinate. Dalla vasca partirà una mini galleria delle dimensioni 2,00 x 2.50 m lunga 29 fino ad un pozzetto di raccordo e da quest'ultimo partirà una condotta in calcestruzzo lunga circa 27 m con diametro di 80 cm che trasferirà le acque al recapito finale.

Un'area appositamente creata, tra lo sbocco dello scarico sul torrente Alberone e l'alveo del torrente stesso, sarà rivestita di massi e ciottoli di adeguate dimensioni che serviranno a dissipare la forza del getto di scarico attenuandone l'impatto e prevenendo eventuali fenomeni erosivi.

Dalla centrale partirà infine il cavidotto interrato per la consegna alla rete di distribuzione dell'energia prodotta: avrà uno sviluppo di circa 114 m ed andrà ad allacciarsi al traliccio della linea di media tensione esistente nelle vicinanze. Anche per il cavidotto di consegna, rispetto alla versione originaria, è stato modificato il tracciato accorciandone la lunghezza ed evitando il passaggio davanti alle abitazione e sulla strada comunale in prossimità del ponte di attraversamento dell'Alberone a Savogna.

## 4 DEFLUSSO MINIMO VITALE

### 4.1 DETERMINAZIONE DEL DMV

La problematica connessa alla definizione del Deflusso Minimo Vitale nasce dall'esigenza di:

- garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della vita acquatica, salvaguardando la struttura naturale del corso d'acqua e la presenza di una biocenosi corrispondenti alle condizioni naturali locali;
- assicurare un equilibrato utilizzo della risorsa idrica, salvaguardando le esigenze di soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo;
- tutelare l'equilibrio del bilancio idrico ed idrologico.

Rimandando alla relazione idrologica per più approfondite considerazioni, qui si riassumono brevemente gli aspetti di maggior interesse relativi al Minimo Deflusso Vitale.

Il Deflusso Minimo Vitale di un corso d'acqua è stato introdotto nel quadro legislativo nazionale dalla legge 183/1989 (art. 3, comma 1, lettera i) e successivamente ripreso dal D.Lgs. 275/1993, dalla legge 36/1994, dal D.Lgs. 152/1999 e dal D.Lgs. 152/2006 in recepimento della Direttiva Europea sulle Acque 2000/60.

Attualmente la valutazione del DMV viene condotta applicando quanto contenuto nel Piano di Tutela delle Acque emanato dalla Regione, attuato con la Legge Regionale 5 dicembre 2013 n. 21; il calcolo della portata di rispetto è da eseguirsi secondo la seguente formula di tipo parametrico:

$$Q_{DMV} = K \cdot T \cdot P \cdot M \cdot Q_{MEDIA}$$

Sulla base dei valori presenti nel PTA, la valutazione del DMV è la seguente:

$$DMV = 0.928 \cdot 0.1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.093 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 4.1.1 Aspetti tecnici relativi al rilascio del DMV

Come accennato nei precedenti paragrafi, il rilascio del Minimo Deflusso Vitale sarà garantito da una luce in sinistra idraulica della traversa di sbarramento, con quota di sfioro pari a 345,20 m s.l.m. che garantirà il deflusso congiuntamente alla scala per la risalita dei pesci.

La valutazione delle dimensioni necessarie a garantire il transito del DMV calcolato è stata eseguita risolvendo le classiche formule della foronomia (cfr. Allegato 2.2 – Relazione Idraulica), nell'ipotesi che lo scarico sia assimilabile ad uno scaricatore in parete grossa (tipo Belanger).

Per ottimizzare l'uso della risorsa idrica, la luce per il rilascio del DMV sarà attrezzata con una paratoia a movimento orizzontale, di dimensioni pari a 0,75 x 0,5 m, che avrà lo scopo di parzializzare la sezione all'aumentare del tirante idrico e garantire lo sfioro della portata prevista all'interno della presa.

Infatti, all'aumentare del livello idrico nel torrente aumenta anche la portata derivata dalla soglia di rilascio del DMV, con la conseguenza di limitare la disponibilità di acqua derivata e non rendere l'impianto economicamente vantaggioso. La regolazione avviene in maniera automatica in modo tale da mantenere sulla soglia sfiorante un livello idrico necessario per il rilascio della portata minima pari a 95 l/s (DMV di legge pari a 93 l/s).

La paratoia sarà munita di fermi piombati per evitare che possa chiudere maggiormente il varco, con il rischio di ridurre il valore del DMV rispetto a quello calcolato con la legge dello stramazzo sopra riportata.

Il sistema sarà inoltre tarato in fase costruttiva, per avere conferma dei calcoli sperimentali.

#### 4.1.2 Scala di rimonta

Si è scelto di utilizzare una scala a bacini successivi con stramazzo rigurgitato ed una luce di fondo.

La luce di fondo è necessaria per agevolare la risalita dello scazzone e del gambero di fiume, gli stramazzi rigurgitati sono invece più indicati per la risalita dei salmonidi. Il fondo sarà reso scabro con un substrato roccioso al fine di incrementare il gradiente di velocità fra il fondo della vasca e la superficie.



Figura 7: Esempi di realizzazione di un substrato roccioso su scale di rimonta (Comoglio, et al., 2013).

I setti verranno realizzati in acciaio e saranno rimovibili, ciò permetterà sia una pulizia della scala, sia eventuali modifiche al numero dei setti per adeguarli a future variazioni della portata rilasciata.

A monte della scala verranno fissate dei tubi d'acciaio verticali  $\phi = 50$  mm con interasse  $i=30$  cm per impedire al materiale flottante di intasare la scala.

Considerato che il salto totale è pari a 2.60 m, e per ogni setto vi sono 0.20 m di salto, sono necessari 13 setti e 12 vasche. Le vasche hanno come lunghezza minima un valore pari a 1.30m, profondità minima 1.00 m e larghezza 1.00 m, pertanto la potenza dissipata è 144 W/m<sup>3</sup>.

Infine, al fine di creare le variazioni planimetriche della scala di rimonta e per permettere il riposo degli animali che risalgono la corrente, due vasche hanno dimensioni doppie rispetto alle altre; non vi sono scalini, neppure fa l'ultima vasca (la più elevata) e l'alveo per garantire che tutte le specie possano passare attraverso la scala.

#### **4.2 APPROFONDIMENTI SUL MANTENIMENTO DEL DMV LUNGO L'ALVEO**

Considerando la criticità intrinseca al prelievo di una aliquota d'acqua in un torrente montano, si è altresì provveduto ad uno studio di tipo idrogeologico, geomorfologico e litologico atto a valutare il mantenimento del deflusso minimo vitae lungo il tratto d'alveo sotteso.

Come già riportato nella relazione geologica, paragrafo 3 IDROMORFOLOGIA, IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL TRATTO SOTTESO, il torrente Alberone ha le caratteristiche di un tipico torrente montano, con pendenza media dei 5.9 % e grado di confinamento 100% su entrambe le sponde, granulometria dei depositi in alveo formata da ghiaie e ciottoli con frequenti blocchi e massi.

Nelle varie ricognizioni inoltre si è potuto riscontrare che il torrente ha continuità idraulica lungo tutto il tratto grazie alla apporto di alcune sorgenti.

Le caratteristiche del torrente Alberone si possono riassumere nel seguente elenco:

- una notevole pendenza;
- un bedrock roccioso di fondale vallivo con probabili caratteristiche di scarsa infiltrazione;
- l'apporto nel tratto interessato da parte di sorgenti connesse al sistema idrogeologico dei versanti.

Pertanto il deflusso minimo vitale rilasciato non si disperde in maniera significativa sul fondo del torrente garantendo la continuità idraulica del torrente.

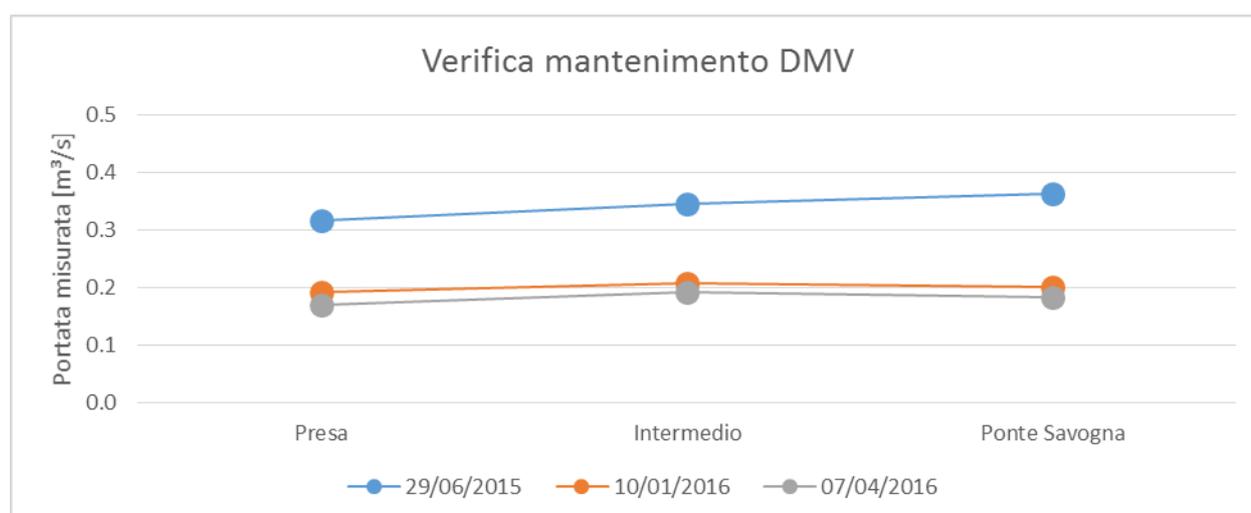
---

Al fine di trovare un riscontro sul campo, si è provveduto ad eseguire una campagna di misure di portata lungo il corso d'acqua, oltre alla misura presso l'opera di presa si è eseguita una misura nel tratto sotteso ed una a valle della restituzione.

Le portate misurate sono:

| Sezione    | Preso                   | Intermedio | Ponte Savogna |
|------------|-------------------------|------------|---------------|
| 29/06/2015 | 0.316 m <sup>3</sup> /s | 0.345      | 0.362         |
| 10/01/2016 | 0.192 m <sup>3</sup> /s | 0.207      | 0.201         |
| 07/04/2016 | 0.170 m <sup>3</sup> /s | 0.192      | 0.184         |

**Tabella 2 - misure di portata eseguite per la verifica del mantenimento del DMV.**



**Figura 8 - misure di portata eseguite per la verifica del mantenimento del DMV.**

In definitiva, i rilievi eseguiti ad-hoc non vi hanno presentato alcun problema legati al mantenimento del DMV in alveo, in quanto vi sono evidenze per cui la portata d'acqua in alveo aumenta con l'aumentare del bacino sotteso.

## 5 PORTATE UTILIZZATE DALL'IMPIANTO

Le portate derivabili ai fini idroelettrici sono state calcolate considerando le portate naturali disponibili presso la sezione corrispondente all'opera di presa, depurate di una portata minima equivalente al Deflusso Minimo Vitale, fissato in 95 l/s (si veda la Relazione Idrologica in allegato).

La scelta finale sulla portata derivata è stata quindi effettuata sulla base di opportuni criteri ambientali, tecnici ed economici volti alla massimizzazione della capacità produttiva nel pieno rispetto dell'ambiente e dello stato naturale:

- dal punto di vista ambientale il rilascio pari a 95 l/s garantisce la piena tutela degli ecosistemi fluviali nel corso d'acqua ed un utilizzo equilibrato della risorsa idrica preservando le esigenze dei diversi fabbisogni;
- dal punto di vista tecnico sono state studiate diverse soluzioni, sia per le componenti idrauliche, sia per quelle elettromeccaniche, pervenendo ad una soluzione coerente e compatibile con le scelte preventivamente assunte e con le indicazioni di progettazione ottimale;
- dal punto di vista economico è stato valutato un rapporto conveniente tra la producibilità media annua e il costo dell'impianto, con la rispettiva stima del beneficio dell'investimento negli anni.

In Figura 9 è riportata una sintesi grafica dell'andamento medio annuo relativo alle portate utilizzate dall'impianto. Si può osservare che la portata derivabile dall'impianto (linea rossa) sia per circa 90 giorni all'anno superiore a quella turbinata (linea blu) e garantisca, in questo periodo, un rilascio nel torrente di una portata (linea arancione).

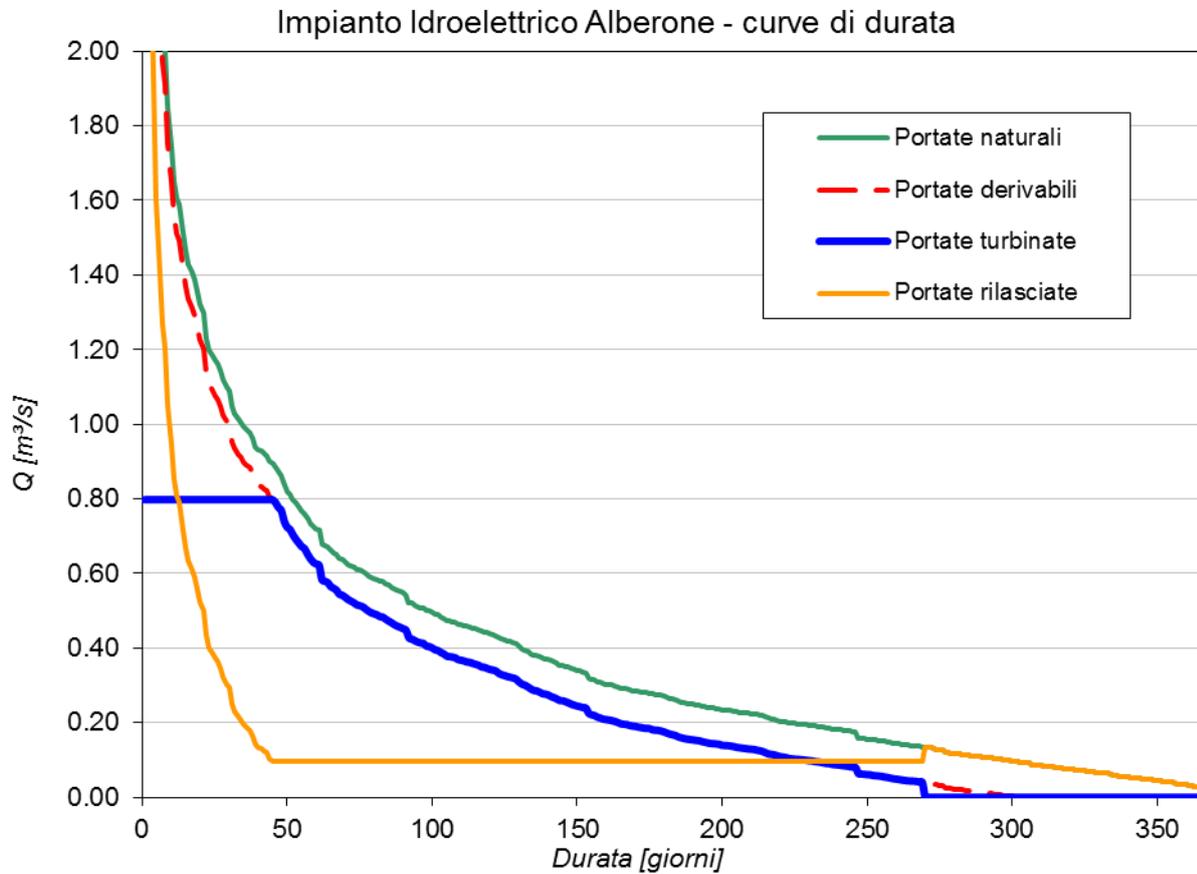


Figura 9 - Curva delle portate presso l'opera di presa.

| Descrizione                    | Volume annuo [m <sup>3</sup> ] |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Disponibile in alveo           | 13'801'148                     |
| Da rilasciare per DMV di legge | 2'932'848                      |
| Effettivamente rilasciato      | 5'391'919                      |
| Derivabile                     | 10'992'719                     |
| Derivato                       | 8'409'229                      |

Tabella 3 - Valori dei volumi annui caratteristici dell'impianto sul Torrente Alberone

Il volume annuo effettivamente rilasciata (area sottesa dalla curva arancione) sulla scala di rimonta o per fermo impianto o per portate maggiori della massima turbinabile è pari a  $V_{\text{rilasciato}} = 5 \text{ Mm}^3$ , corrispondente ad una portata media pari a  $0.171 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6 PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

Nella tabella seguente viene riportata la producibilità attesa dell'impianto.

| Tempo T [gg] | Q <sub>derivata</sub> [m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>T1</sub> | Q <sub>T1</sub> /Q <sub>T1m</sub><br>ax | Perdite carico ΔH[m] | Carico netto H [m] | ηT1 | ηTr | ηG  | Potenza netta P [kW] | Netta E [MWh]       | Cumulata E [KWh] |
|--------------|---|-----------------|---|----------------------|--------------------|-----|-----|-----|----------------------|---------------------|------------------|
| 1            | 0.798                                     | 0.798           | 100%                                    | 18.802               | 105.198            | 90% | 99% | 97% | 708                  | 17                  | 16993            |
| 10           | 0.798                                     | 0.798           | 100%                                    | 18.802               | 105.198            | 90% | 99% | 97% | 708                  | 17                  | 169935           |
| 20           | 0.798                                     | 0.798           | 100%                                    | 18.802               | 105.198            | 90% | 99% | 97% | 708                  | 17                  | 339870           |
| 30           | 0.798                                     | 0.798           | 100%                                    | 18.802               | 105.198            | 90% | 99% | 97% | 708                  | 17                  | 509804           |
| 40           | 0.798                                     | 0.798           | 100%                                    | 18.802               | 105.198            | 90% | 99% | 97% | 708                  | 17                  | 679739           |
| 50           | 0.724                                     | 0.724           | 91%                                     | 15.499               | 108.501            | 90% | 99% | 97% | 664                  | 16                  | 846956           |
| 60           | 0.625                                     | 0.625           | 78%                                     | 11.553               | 112.447            | 90% | 99% | 97% | 594                  | 14                  | 996979           |
| 70           | 0.536                                     | 0.536           | 67%                                     | 8.499                | 115.501            | 90% | 99% | 96% | 521                  | 13                  | 1128107          |
| 80           | 0.492                                     | 0.492           | 62%                                     | 7.148                | 116.852            | 90% | 99% | 96% | 482                  | 12                  | 1247824          |
| 90           | 0.452                                     | 0.452           | 57%                                     | 6.032                | 117.968            | 89% | 99% | 96% | 445                  | 11                  | 1358779          |
| 100          | 0.400                                     | 0.400           | 50%                                     | 4.734                | 119.266            | 89% | 99% | 96% | 397                  | 10                  | 1457905          |
| 110          | 0.367                                     | 0.367           | 46%                                     | 3.988                | 120.012            | 89% | 99% | 96% | 366                  | 9                   | 1548708          |
| 120          | 0.342                                     | 0.342           | 43%                                     | 3.465                | 120.535            | 89% | 99% | 96% | 342                  | 8                   | 1633595          |
| 130          | 0.309                                     | 0.309           | 39%                                     | 2.814                | 121.186            | 89% | 99% | 96% | 309                  | 7                   | 1711760          |
| 140          | 0.274                                     | 0.274           | 34%                                     | 2.222                | 121.778            | 89% | 99% | 96% | 275                  | 7                   | 1780884          |
| 150          | 0.244                                     | 0.244           | 31%                                     | 1.766                | 122.234            | 88% | 99% | 96% | 245                  | 6                   | 1842729          |
| 160          | 0.208                                     | 0.208           | 26%                                     | 1.281                | 122.719            | 88% | 99% | 95% | 208                  | 5                   | 1896378          |
| 170          | 0.190                                     | 0.190           | 24%                                     | 1.067                | 122.933            | 88% | 99% | 95% | 189                  | 5                   | 1943756          |
| 180          | 0.175                                     | 0.175           | 22%                                     | 0.907                | 123.093            | 87% | 99% | 95% | 174                  | 4                   | 1987254          |
| 190          | 0.154                                     | 0.154           | 19%                                     | 0.699                | 123.301            | 87% | 99% | 95% | 152                  | 4                   | 2025598          |
| 200          | 0.139                                     | 0.139           | 17%                                     | 0.575                | 123.425            | 86% | 99% | 95% | 137                  | 3                   | 2059987          |
| 210          | 0.129                                     | 0.129           | 16%                                     | 0.490                | 123.510            | 86% | 99% | 95% | 125                  | 3                   | 2091316          |
| 220          | 0.109                                     | 0.109           | 14%                                     | 0.350                | 123.650            | 85% | 99% | 94% | 104                  | 3                   | 2118829          |
| 230          | 0.098                                     | 0.098           | 12%                                     | 0.285                | 123.715            | 84% | 99% | 94% | 93                   | 2                   | 2142311          |
| 240          | 0.087                                     | 0.087           | 11%                                     | 0.221                | 123.779            | 83% | 99% | 94% | 81                   | 2                   | 2163128          |
| 250          | 0.061                                     | 0.061           | 8%                                      | 0.109                | 123.891            | 81% | 99% | 94% | 55                   | 1                   | 2179713          |
| 260          | 0.049                                     | 0.049           | 6%                                      | 0.070                | 123.930            | 79% | 99% | 93% | 44                   | 1                   | 2191572          |
| 270          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 280          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 290          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 300          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 310          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 320          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 330          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 340          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 350          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 360          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
| 365          | 0.000                                     | 0.000           | 0%                                      | 0.000                | 0.000              | 0%  | 99% | 0%  | 0                    | 0                   | 2199937          |
|              |   |                 |   |                      |                    |     |     |     |                      | <b>E tot. [KWh]</b> | <b>2'199'937</b> |

## 7 CANTIERIZZAZIONE

Oltre alla progettazione delle opere, è stata attentamente valutata la realizzabilità pratica delle stesse, considerando tutti i fattori che vi possono influire.

In particolare sono stati esaminati a fondo le seguenti problematiche:

- spazi e necessità operative dei cantieri (fissi e mobili) da predisporre;
- viabilità di accesso ai siti delle varie opere e prevedibili interventi di adeguamento;
- viabilità alternativa di collegamento all'abitato di Ieronizza, durante la fase operativa di posa condotta sulla strada turistica di Montemaggiore;
- interferenze delle attività di cantiere con altre attività;
- possibili miglioramenti delle aree interessate a lavori ultimati.

La realizzazione dell'opera di presa non presenta particolari problematiche. In una successiva fase, sarà da approfondire il tracciato della nuova pista di accesso di lunghezza pari a circa 340 m, da realizzarsi per l'opera di presa e che rimarrà a servizio della stessa anche successivamente alla sua realizzazione e che tuttavia, da una prima analisi, non sembra presentare grosse problematiche.

La condotta forzata verrà posta in opera, procedendo con operazioni continue di scavo, posa e ritombamento.

Anche la realizzazione della centrale non presenterà alcuna problematica durante le fasi di cantiere; la realizzazione avverrà con la realizzazione del pozzo centrale interrato e modesti scavi di sbancamento fuori terra.

Sarà inoltre necessaria la realizzazione di un breve tratto di strada, non più lungo di 65 m, per consentire ai mezzi di raggiungere l'area di intervento della centrale. A lavori ultimati questa strada rimarrà a servizio della centrale stessa.

Esistono presso tutti i lotti operativi aree di superficie adeguata per i depositi di materiale e le varie necessità operative.

La durata complessiva delle lavorazioni è prevista in circa 6 mesi e, tenendo conto di una sospensione dei lavori durante il periodo estivo per esigenze turistiche, la durata complessiva del cantiere è prevista di 8 mesi.

Le imprese coinvolte saranno le seguenti:

- impresa principale specializzata in opere civili;
  - impresa elettromeccanica;
-

- impresa meccanica;
- impresa per asfalti.

Nel complesso si può affermare che non sussistono particolari problematiche da risolvere per la realizzazione delle opere.

Si riportano nel seguito le tempistiche previste per la realizzazione dell'opera:

|                         | MESI DI ATTIVITÀ |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                         | 1                | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|                         | MESI DELL'ANNO   |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                         | mar              | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov |
| <b>Opera di presa</b>   |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Centrale</b>         |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Condotta forzata</b> |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Cavidotto</b>        |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Finiture</b>         |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabella 4 - Cronoprogramma indicativo dei tempi necessari al completamento dei lavori.

## 8 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Comune sito dell'intervento in progetto               | Savogna (UD)          |
| Corpo idrico interessato dall'intervento              | Torrente Alberone     |
| Superficie bacino imbrifero all'opera di presa        | 15,47 km <sup>2</sup> |
|   |                       |
| Quota idrica nella vasca di carico (P.M.S.)           | 345,30 m s.l.m.       |
| Quota idrica asse ugelli turbina Pelton               | 221,30 m s.l.m.       |
| Salto motore lordo                                    | 124 m                 |
|   |                       |
| Portata massima derivata dall'impianto                | 798 l/s               |
| Minimo Deflusso Vitale DMV - (rilascio pari a 95 l/s) | 93 l/s                |
| Portata media derivata                                | 267 l/s               |
|   |                       |
| Potenza massima netta                                 | 708 kW                |
|   |                       |
| Producibilità annua netta                             | 2'199'937 kWh         |
|   |                       |
| Costo stimato (al netto dell'I.V.A.)                  | 2'846'291 €           |

## 9 DATI DI CONCESSIONE

Si riportano di seguito i dati relativi all'istanza di concessione:

- Quota di presa ..... 345,00 m s.l.m.
- Quota di restituzione ..... 217,00 m s.l.m.
- Salto legale ..... 128,00 m
- Portata massima derivata ..... 798,00 l/s
- Portata media annua derivata ..... 267,00 l/s
- Potenza nominale (9,81x0,267x128,00)..... 335.26 kW

## 10 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- 1 Autorità di bacino dell'Alto Adriatico: dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta Bacchiglione (2007) "Piano stralcio per l'assetto idrologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione"
  - 2 Da Deppo L., Datei C., Salandin P. (2004), "Sistemazione dei corsi d'acqua", Edizioni Libreria Cortina, Padova, Italia.
  - 3 Provincia di Modena (2006), "Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per Pesci".
  - 4 Tonini M. (1968), "Elaborazione dei dati idrologici dei bacini del Brenta, Piave, Tagliamento e Livenza", l'Energia Elettrica, fascicolo No. 2, Volume XLVIII, Italia.
-