

## IMPIANTO MOROBBIA

### RINNOVO DELLA CONCESSIONE E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO



Relazione tecnica

A	07.11.2017	E. Mazzocchi	A. Ricciardi
-	22.04.2016	A. Ricciardi A. Balestra	P. Lazaro
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

**Lombardi SA** Ingegneri Consulenti  
Via R. Simen 19, C.P. 1535, CH-6648 Minusio  
Telefono +41(0)91 735 31 00, Fax +41 (0)91 743 97 37  
www.lombardi.ch, info@lombardi.ch

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO	2
2.1	La vecchia Morobbia (1903-1970)	2
2.2	La Nuova Morobbia (dal 1970)	3
3.	RIASSUNTO DELL'ITER PROGETTUALE	5
3.1	Studio preliminare	5
3.2	Pareri dei Servizi interessati sullo studio preliminare	5
3.3	Studio di base	6
3.4	Pareri dei Servizi interessati sullo studio di base	7
3.5	Relazione conclusiva	8
4.	BASI PROGETTUALI	10
4.1	Premessa	10
4.2	Interventi analizzati in fase preliminare e configurazione finale	10
4.3	Idrologia	11
4.3.1	Dati idrologici disponibili e considerati	11
4.3.2	Portate $Q_{347}$ e deflusso minimo vitale legislativo	12
4.3.3	Apporto minimo bacino imbrifero residuo e deflusso minimo alla centrale	13
4.3.4	Portate medie	14
5.	DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI OPERE	16
5.1	Premessa	16
5.2	Centralina al piede diga (rilascio del deflusso minimo) - A.1.2.	16
5.2.1	Premessa	16
5.2.2	Descrizione dell'intervento	16
5.3	Rinnovo del macchinario esistente (Adeguamento centrale Morobbia) - A.2.2.	18
5.3.1	Premessa	18
5.3.2	Descrizione dell'intervento	19
5.4	Condotta di restituzione con sfruttamento del salto (mitigazione delle piene artificiali) - A.3.2.a	20

## IMPIANTO MOROBIA – RINNOVO DELLA CONCESSIONE E POTENZIAMENTO IMPIANTO

Relazione tecnica	II
5.4.1 Premessa	20
5.4.2 Descrizione dell'intervento	20
6. CONCLUSIONI	24
7. BIBLIOGRAFIA	26

### ALLEGATI

- A IMPIANTO ESISTENTE – Dati caratteristici
- B Stime dei costi

## 1. INTRODUZIONE

L'impianto idroelettrico della Morobbia, di proprietà delle Aziende Municipalizzate di Bellinzona (AMB), sfrutta le acque del torrente Morobbia e degli affluenti laterali Valmaggina e Carmena. Con una potenza installata di 15 MW l'impianto permette di generare in media 42 GWh annui.

L'impianto esistente, così come configurato, è stato realizzato dal 1968 al 1970 ed è il risultato di un intervento di rinnovamento e potenziamento del vecchio impianto Morobbia, messo in esercizio nel 1903. Un breve riassunto della storia dell'impianto esistente e una descrizione delle sue caratteristiche generali sono oggetto del **Capitolo 2**. La concessione rilasciata dal Cantone Ticino per lo sfruttamento delle acque della Morobbia, entrata in vigore il 1. gennaio 1971 per una durata di 40 anni, è scaduta il 31.12.2010. Per decisione del 19 ottobre 2010, il parlamento cantonale ha deciso di non esercitare il diritto di riversione ed ha invitato le AMB a presentare una domanda di concessione per ulteriori 40 anni entro la fine del 2011.

Nell'ambito della procedura di rinnovo di concessione e all'allestimento del relativo incarto, AMB, in collaborazione con il progettista Lombardi SA e con lo studio di consulenze ambientali Ecocontrol SA, hanno studiato possibili interventi per l'adeguamento dell'impianto alle normative vigenti e l'ottimizzazione della produzione. In data 15.12.2011 il Municipio di Bellinzona ha inoltrato al Consiglio di Stato la domanda preliminare di rinnovo della concessione per lo sfruttamento delle acque della Morobbia. Tale domanda comprendeva uno studio preliminare redatto dal progettista Lombardi SA [7] insieme all'Indagine Preliminare per lo studio di impatto ambientale dello studio Ecocontrol [2]. Nel corso del 2012 i Servizi hanno espresso i loro pareri e nel 2013 sono state effettuate le necessarie prove idrobiologiche.

L'approfondimento progettuale è proseguito coinvolgendo puntualmente i servizi cantonali su tematiche specifiche ed è sfociato, nel febbraio 2015, nell'inoltro al consiglio di stato dello studio di base, composto di relazione tecnica [11] e Studio idrobiologico [4]. Il contenuto dello studio è stato presentato agli uffici cantonali interessati a metà settembre 2015 e ca. un mese dopo anche alle principali organizzazioni ambientaliste interessate.

Sulla scorta delle informazioni ricevute e su sollecitazione delle AMB, i competenti uffici cantonali, così come le organizzazioni ambientaliste coinvolte, hanno elaborato una presa di posizione preliminare sugli interventi principali legati alla procedura di richiesta di rinnovo della concessione.

Gli ulteriori aspetti meritevoli di approfondimento segnalati dalle autorità cantonali sono stati sviluppati a partire dalla fine del 2016 e hanno permesso l'elaborazione del dossier per l'inoltro della richiesta di rinnovo della concessione per l'impianto Morobbia.

La presente relazione tecnica completa, insieme al RIA di prima fase, tale dossier.

Nel **capitolo 3** si riassume l'iter progettuale del quale la presente relazione è il risultato finale. Il **capitolo 4** presenta i dati base che inquadrano l'area di progetto. La configurazione finale scelta viene illustrata nel **capitolo 5**. La relazione si chiude con le conclusioni, riassunte nel **capitolo 6**.

## 2. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

### 2.1 La vecchia Morobbia (1903-1970)

Nell'ottobre 1898 la città di Bellinzona presentò al Consiglio di Stato la domanda di concessione per la costruzione di un nuovo impianto idroelettrico in valle Morobbia. La concessione venne accordata il 13 gennaio 1900 per la durata di 40 anni. Il 18 novembre 1900 il legislativo comunale approvò il progetto e il 3 agosto 1902, mentre la costruzione volgeva al termine, venne costituita l'Azienda Elettrica Comunale di Bellinzona.

La centrale Morobbia, dotata di 3 gruppi della potenza di 515 kW ciascuna, iniziò la produzione di energia il 1. gennaio 1903. Nel 1908, a causa del continuo aumento della richiesta di energia, venne installato un quarto gruppo di 515 kW e nel 1918 un quinto gruppo della potenza di 1'000 kW, portando la potenza totale installata a ca. 3'000 kW. L'anno successivo venne costruito il bacino di accumulazione al Piano dei Cavalli, mentre nel 1924 la centrale Morobbia venne collegata con un elettrodotto 50 kV alla rete dell'OFELTI.

Nel 1930, dopo 27 anni di esercizio, venne sostituito uno dei primi gruppi di 515 kW con uno di 1'600 kW. Nello stesso anno venne costruita la strada di accesso alla centrale lungo la sponda del fiume. Nel 1935 venne costruita una seconda condotta forzata. Nel 1939, dopo 36 anni di esercizio, altri due gruppi da 515 kW vennero sostituiti con uno da circa 2'000 kW. La potenza installata in Centrale salì così a ca. 5'000 kW.

Nel 1949 si verificò un grave franamento che costrinse l'Azienda a ricostruire circa 1 chilometro di galleria d'adduzione. I lavori durarono dal 1949 al 1951. Contemporaneamente alla costruzione del nuovo tratto di galleria, in parte rivestito, venne eseguita l'elevazione di 2 metri dei muri perimetrali del bacino di compenso. Il volume di accumulo aumentò così da 12'000 m<sup>3</sup> a 20'000 m<sup>3</sup>.

Nel 1955 i due gruppi più vecchi, in servizio da 47 e rispettivamente 37 anni, vennero sostituiti con un gruppo Pelton di 3'800 kW. Fu questo l'ultimo potenziamento del vecchio impianto Morobbia, che permise di ottenere con i tre gruppi di 3'800, 2'000 e 1'600 kW, una potenza complessiva di 7'400 kW.

Il primo periodo di concessione, della durata di 40 anni, scadeva nel 1942. La città di Bellinzona chiese tempestivamente il rinnovo per un ulteriore periodo di 40 anni. Il Cantone tenne però in sospenso l'istanza poiché in quegli anni stavano maturando nuovi orientamenti nella politica idroelettrica del Cantone. Soltanto il 10 marzo 1953, dopo 11 anni di attesa, la concessione delle acque della Morobbia venne rinnovata, per un periodo di 40 anni, con scadenza al 31 dicembre 1992.

L'Azienda Elettrica Comunale di Bellinzona nel 1957 doveva acquistare circa il 40% dell'energia necessaria per l'approvvigionamento della propria rete. Per questa ragione essa progettava, fin da allora, di procurarsi nuove fonti di produzione. Nell'impossibilità di poter partecipare alla costruzione dei più importanti impianti del Cantone, furono studiate tutte le soluzioni per ottenere una maggiore

produzione sfruttando le acque della valle Morobbia e quelle dei bacini imbriferi adiacenti. Il progetto più interessante risultò quello denominato “Grande Morobbia” che, oltre alla captazione della Morobbia e della Valmaggina a quota 900 m s.l.m., prevedeva la derivazione di due sorgenti del Vedeggio e del torrente Traversagna in val d’Arbedo. La città di Bellinzona presentò l’8 maggio 1959 la domanda di concessione per la realizzazione di quest’impianto. Il progetto dovette però essere abbandonato per l’opposizione dei comuni del Vedeggio, appoggiati dalla città di Lugano.

Nel frattempo alcune parti del vecchio impianto avevano raggiunto un grado di usura tale per cui non erano in grado di garantire la continuità dell’esercizio in sicurezza. Vennero così studiati diversi scenari, comprendenti:

- l’abbandono degli impianti esistenti e rinuncia ad una produzione propria,
- il risanamento e la revisione generale dei vecchi impianti,
- il potenziamento e l’ammodernamento degli impianti esistenti nei limiti consentiti dalla concessione in vigore.

Scartata l’idea di rinunciare ad una produzione propria, gli studi eseguiti suggerirono il rinnovamento e il potenziamento dell’impianto. Il Municipio, approvato il progetto di potenziamento, inoltrò la domanda di concessione al Consiglio di Stato il 7 dicembre 1966. Il 12 settembre 1967 il Gran Consiglio votò il progetto di concessione di 40 anni e già il 16 dicembre 1967 il Consiglio Comunale ne decise la realizzazione.

## **2.2 La Nuova Morobbia (dal 1970)**

L’impianto idroelettrico della Morobbia, così come configurato attualmente, è il risultato dell’ultimo intervento di potenziamento realizzato nel periodo 1968-1970.

L’impianto idroelettrico attuale, completato nel 1971, sfrutta i bacini imbriferi della Morobbia (23.0 km<sup>2</sup>) della Valmaggina (10.6 km<sup>2</sup>) e della Carmena (0.2 km<sup>2</sup>). Sotto la frazione di Carmena, alcune decine di metri a valle della vecchia presa, il torrente Morobbia è sbarrato mediante una diga ad arco che permette di creare un bacino di compenso settimanale con un volume utile di 250’000 m<sup>3</sup>.

La quota d’invaso massimo è di 636.50 m s.l.m. mentre la quota di restituzione della Centrale Giubiasco è di 259.00 m s.l.m. Il salto lordo sfruttato risulta quindi di 377.5 m ed è circa 28 m superiore a quello dell’impianto nella configurazione precedente.

La galleria di adduzione sotto pressione, in sponda sinistra, raccoglie anche le acque della Valmaggina tramite una presa di fondo di tipo tirolese e un pozzo di adduzione. Nell’ultimo tratto, di 945 m, è stata utilizzata la galleria costruita durante gli anni 1949-51. Il pozzo piezometrico, la camera della valvola a farfalla ed il relativo accesso sono sotterranei e sono stati costruiti ex novo negli anni 1968-1970.

Per la posa della condotta forzata che scende dal Piano dei Cavalli alla centrale sono state utilizzate le sedi della di una delle condotte forzate precedenti, entrambe smontate.

La centrale è stata completamente trasformata e rimodernata negli anni 1968-1970. La turbina Pelton ad asse orizzontale di 3'800 kW installata nel 1955 è rimasta in esercizio. Sono invece stati smontati i due gruppi simili installati nel 1930 e nel 1939 e sostituiti con un gruppo Francis ad asse verticale di potenza 10'300 kW. La potenza attualmente installata risulta essere di 15'100 kW.

Nella sua configurazione attuale e nel periodo 1997-2012, l'impianto Morobbia ha permesso di produrre in media 42 GWh/anno con un volume medio turbinato di 46.7 Mm<sup>3</sup>/anno, ne risulta un coefficiente di produttività di 0.90 kWh/m<sup>3</sup>. I dati caratteristici dell'impianto sono presentati nell'**Allegato A**.



**Fig. 1** Componenti principali dell'impianto Morobbia; (a) diga di Carmena; (b) arrivo della condotta forzata alla centrale Morobbia; (c); vista dell'interno della centrale, in primo piano il gruppo Pelton, in secondo piano il gruppo Francis; (d) gruppo di trasformatori.

### 3. RIASSUNTO DELL'ITER PROGETTUALE

#### 3.1 Studio preliminare

Nella prima fase del presente studio, conclusasi con l'emissione della relazione 6543.0-R-05 [7] e dell'IP da parte di Ecocontrol [2], si sono sviluppate possibili configurazioni future dell'impianto Morobbia, tenendo conto degli adeguamenti richiesti dalla legislazione quali il rilascio di un deflusso minimo vitale lungo l'asta fluviale soggetta a prelievo (Art. 31 LPAc) e la demodulazione degli sbalzi di portata nel torrente Morobbia a valle della centrale di Giubiasco (Art. 39a LPAc). Visto l'obbligo di rilascio di un deflusso minimo vitale, sono state approfondite due varianti per lo sfruttamento dello stesso per la produzione di energia: la prima prevede l'installazione di una turbina presso la diga e la seconda prevede di sfruttare le acque captate alla presa Valmaggina.

Prevedendo una perdita di produzione dovuta al rilascio del deflusso minimo vitale si è approfondita un'ipotesi di aumento del bacino imbrifero sfruttato tramite la derivazione delle acque del torrente Traversagna. L'analisi delle statistiche di produzione dell'impianto ha permesso di individuare un margine di miglioramento per la produzione di energia di punta, quindi si sono analizzate alcune soluzioni che prevedevano l'aumento del volume utile d'invaso ed il potenziamento dei macchinari della centrale.

Le Aziende Municipalizzate di Bellinzona hanno conferito a Ecocontrol SA il mandato di allestire l'indagine preliminare (IP) per il rinnovo della concessione dell'impianto Morobbia. L'obiettivo di tale indagine, ultimata nel dicembre del 2011, è stato di definire le attività di approfondimento necessarie per l'allestimento del RIA di fase 1 (pianificazione), per il rinnovo della concessione per lo sfruttamento idroelettrico delle acque della Valle Morobbia, verificando anche i possibili impatti delle varianti di ampliamento proposte.

Le fasi di studio sviluppate fino al 2011 si riassumono in:

- Studio di varianti per l'ottimizzazione dell'impianto (novembre 2011)
- Studio preliminare per il rinnovo della concessione (dicembre 2011)

Nell'ambito dell'incarico affidato da AMB al nostro studio sono state prodotte le relazioni:

- 6543.0-R-05 Studio preliminare per il rinnovo della concessione (2011) [7]

Lo studio di consulenze ambientali Ecocontrol SA ha prodotto su incarico di AMB:

- Rapporto di impatto ambientale, Indagine Preliminare (2011) [2]

#### 3.2 Pareri dei Servizi interessati sullo studio preliminare

Data la novità e la complessità dei temi da trattare nell'ambito del rinnovo della concessione, i documenti 6543.0-R-05 [7] del nostro studio e l'Indagine Preliminare [2] di Ecocontrol sono stati

inoltrati allo spettabile Ufficio dell'Energia del Cantone Ticino (ing. S. Pitozzi), a cui hanno fatto seguito nel corso del 2012 i pareri preliminari dei Servizi interessati:

- Sezione protezione aria acqua e suolo (SPAAS)
- Ufficio dei corsi d'acqua (UCA)
- Sezione dello sviluppo territoriale (SST)
- Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

I quali, in sintesi, contenevano le seguenti osservazioni:

- Era richiesto un aggiornamento dello studio idrologico in quanto i dati utilizzati risalivano ad una relazione del 1992;
- Lo sfruttamento idroelettrico del deflusso minimo alla presa Valmaggina imponeva un ulteriore approfondimento per via delle problematiche ambientali; mentre l'installazione di una piccola turbina presso la diga appariva possibile senza grosse difficoltà;
- In base alla Legge federale sulla protezione delle acque e visto il problema degli sbalzi di portata nel torrente Morobbia a valle della centrale di Giubiasco, era necessario prevedere delle misure di demodulazione delle portate rilasciate;
- La derivazione di acqua dalla Val d'Arbedo appariva difficile in considerazione delle indicazioni date dalla scheda V3 del Piano direttore Cantonale;
- Il potenziamento della centrale permette una maggiore flessibilità ma si sovrappone al problema della mitigazione dei deflussi discontinui.

Sulla base di queste considerazioni i Servizi cantonali ritenevano che la realizzazione di un bacino di demodulazione all'esterno dell'alveo fosse da perseguire prioritariamente.

### **3.3 Studio di base**

Sulla scorta delle considerazioni scaturite dall'analisi dello studio preliminare da parte delle competenti autorità cantonali, si è proceduto ad approfondire le tematiche più rilevanti. In particolare si è reso necessario determinare tramite adeguate prove idrobiologiche il deflusso da rilasciare a valle della diga, il deflusso massimo tollerabile a valle della centrale ed il rapporto tollerabile tra portata di magra e di piena artificiale. Tali prove sono state effettuate durante il 2013 da Ecocontrol, che ha riportato i risultati delle sue ricerche sul campo nel rapporto intermedio "Risultati dello studio idrobiologico", presentato nel febbraio 2014 [3].

Il nostro ufficio ha quindi approfondito lo studio per la demodulazione con la relazione 6543.0-R-12 "Mitigazione delle oscillazioni giornaliere a valle della centrale di Giubiasco – Studio di varianti" [9], consegnata in versione provvisoria a marzo 2014 e riportata nello studio di base 6543.0-R-15A [11]. Una volta valutate le condizioni quadro, si proponeva di scartare la soluzione che prevedeva un bacino di demodulazione in quanto tecnicamente complicata, costosa e senza benefici effettivi per

l'ecosistema a valle della centrale poiché le portate rilasciate, seppur demodulate da un eventuale bacino, avrebbero subito comunque degli sbalzi. Il nostro ufficio ha avanzato la proposta di posare una condotta forzata tra la centrale di Giubiasco ed il fiume Ticino in cui far confluire le portate turbinate. In questo modo si sarebbe potuto sfruttare il salto residuo tramite l'installazione di una nuova turbina.

AMB ha valutato fattibile la proposta del nostro ufficio ma, visto che la stessa non era stata ipotizzata tra le soluzioni proposte nello studio preliminare [7] del 2011, è stato necessario coinvolgere nuovamente Comuni e Servizi interessati per ottenere un loro parere (estate 2014).

Pertanto si è reso necessario allestire una relazione riassuntiva delle varianti studiate e della configurazione valutata come ottimale dalle AMB per la gestione futura dell'impianto, in relazione alle indicazioni pervenute in particolare dalle autorità cantonali. Tale documento, denominato studio di base, è stato inoltrato al consiglio di stato nel febbraio 2015.

Le fasi di studio sviluppate dal 2012 al 2015 si riassumono in:

- Approfondimento concetti restituzione delle acque turbinate (febbraio 2013);
- Presentazione risultati rilievi idrobiologici (febbraio 2014);
- Elaborazione dello Studio di base e presentazione ai servizi cantonali competenti e alle organizzazioni ambientaliste interessate (febbraio 2015).

Nell'ambito dell'incarico affidato da AMB al nostro studio sono state prodotte le relazioni:

- 6543.0-R-12 Mitigazione delle oscillazioni giornaliere a valle della centrale di Giubiasco – Studio di varianti (2014) [9]
- 6543.0-R-15A Studio di base – Relazione tecnica (2015) [11]

Lo studio di consulenze ambientali Ecocontrol SA ha prodotto su incarico di AMB:

- Studio idrobiologico, rapporto intermedio (2014) [3]
- Studio idrobiologico, secondo rapporto intermedio (2015) [4]

### **3.4 Pareri dei Servizi interessati sullo studio di base**

Come già accennato precedentemente, lo studio di base è stato presentato alle competenti autorità cantonali e alle principali associazioni ambientaliste coinvolte. Su sollecitazione delle AMB, sia le autorità cantonali, che le organizzazioni ambientaliste hanno sviluppato una presa di posizione preliminare (dicembre 2015).

Le principali valutazioni degli uffici cantonali relativamente all'**idrologia** possono essere così riassunte:

- Conferma delle curve di durata (Dati di produzione di AMB sono considerati validi);

- Valutazione di una dotazione a valle di ogni opera di presa sulla base delle portate medie mensili (Richiesta d'approfondimento);
- Contestazione del carattere temporaneo del torrente Carmena (Richiesta d'approfondimento);
- Mancanza della valutazione degli apporti detritici alla diga Carmena (Richiesta d'approfondimento).

Per quanto invece riguarda la realizzazione dell'**impianto di sfruttamento del DMV al piede diga** sono state espresse le seguenti osservazioni:

- Garantire sempre un deflusso minimo, anche durante i fuori esercizio tramite Bypass (Input da valutare nel progetto definitivo)

I commenti principali degli uffici cantonali si sono sostanzialmente però concertati sulla tematica del risanamento dei deflussi discontinui a valle della centrale AMB e in particolare alla **condotta di restituzione**:

- Indicazioni restrittive relativamente alla definizione del tracciato (Input da valutare nel progetto definitivo);
- Richiesta di illustrare più in dettaglio il tracciato della condotta di restituzione (Richiesta d'approfondimento);
- Richiesta di sviluppare interventi strutturati per valorizzare l'alveo tra centrale e foce sul Ticino (Richiesta d'approfondimento);
- Allestimento di una tabella riassuntiva che tenga conto del potenziale del corso d'acqua (Richiesta d'approfondimento);
- Valutazione di un rilascio parziale delle acque turbinate alla centrale esistente (Richiesta d'approfondimento).

### 3.5 Relazione conclusiva

Sulla base delle osservazioni presentate all'interno della presa di posizione preliminare degli uffici cantonali si sono sviluppati gli approfondimenti richiesti e si è preparati i documenti necessari per l'inoltro della domanda di rinnovo della concessione.

Le ultime fasi progettuali sviluppate fino ad oggi si riassumono in:

- Approfondimento delle basi idrologiche (definizione portate medie mensili);
- Analisi del trasporto solido (valutazione apporti naturali);
- Approfondimento del tracciato della condotta di restituzione al fiume Ticino (interferenza con manufatti esistenti);
- Approfondimento dei temi ambientali;

- Allestimento del dossier per l'inoltro della richiesta di rinnovo della concessione.

Nell'ambito dell'incarico affidato da AMB al nostro studio sono state prodotte le relazioni:

- 480.1-R-165 Analisi trasporto solido (2016) [12]
- 6543.0-R-17 Rinnovo concessione – relazione tecnica (2017)

Lo studio di consulenze ambientali Ecocontrol SA ha prodotto su incarico di AMB:

- RIA prima fase, incl. rapporti complementari (2017) [5]

## 4. BASI PROGETTUALI

### 4.1 Premessa

Per adeguare l'impianto idroelettrico della Morobbia alla legislazione in vigore (LPAc e OPAc), si rendono necessarie misure di natura edilizia per il rilascio di un deflusso minimo presso la diga di Carmena e per la demodulazione delle portate rilasciate dalla centrale di Giubiasco. Il rilascio di un deflusso minimo alla diga provocherà una perdita di volume d'acqua disponibile per la produzione di energia. Per ovviare a questa si sono parallelamente studiate alcune proposte per il potenziamento dell'impianto. In tal senso in fase preliminare si sono sviluppate una serie di interventi, che possono essere distinti tra misure di adeguamento dell'impianto per l'ottenimento della nuova concessione (A. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO) e proposte migliorative dell'impianto (B. INTERVENTI DI POTENZIAMENTO).

### 4.2 Interventi analizzati in fase preliminare e configurazione finale

Nella seguente tabella (**Tab. 1**) sono riassunti gli interventi studiati durante la fase preliminare e riassunti in modo dettagliato nello studio di base [11]. La configurazione definitiva scelta dalle AMB e proposta nella presente domanda di rinnovo della concessione è presentata in dettaglio al **capitolo 5**.

Codifica	Tipologia d'intervento	Configurazione finale
<b>A</b>	<b>INTERVENTI NECESSARI</b>	
A.1.	RILASCIO DEFLUSSO MINIMO	
A.1.1.	Centrale Valmaggina	<b>X</b>
A.1.2.	Centrale piede diga	✓
A.1.3.	Valvola dissipatrice	✓
A.2	ADEGUAMENTO CENTRALE MOROBBIA	
A.2.1.	Mantenimento macchinario	<b>X</b>
A.2.2.	Rinnovo macchinario	✓
A.2.3.	Rinnovo e aumento portata	<b>X</b>
A.3.	MITIGAZIONE PIENE ARTIFICIALI	
A.3.1.	Bacino di demodulazione	<b>X</b>
A.3.1.a	<i>Volume in alveo</i>	<b>X</b>
A.3.1.b	<i>Volume fuori alveo</i>	<b>X</b>
A.3.2.	Condotta di restituzione	✓
A.3.2.a	<i>Con sfruttamento del salto</i>	✓
A.3.2.b	<i>Senza sfruttamento del salto</i>	<b>X</b>
<b>B</b>	<b>INTERVENTI DI POTENZIAMENTO</b>	
B.1.	AUMENTO VOLUME D'INVASO	
B.1.1.	Paratoie a ventola	<b>X</b>
B.1.2.	Sbarramenti gonfiabili	<b>X</b>
B.2.	AUMENTO BACINO IMBRIFERO	
		<b>X</b>

**Tab. 1:** Riassunto degli interventi sviluppati nello studio di base.

### 4.3 Idrologia

#### 4.3.1 Dati idrologici disponibili e considerati

Durante le fasi preliminari di studio l'idrologia dell'impianto è stata analizzata sulla base dei seguenti documenti:

- 480.1-R-50 Studio sulle conseguenze legate all'iniziativa popolare per la salvaguardia delle nostre acque ed alla proposta della nuova legge sulla protezione delle acque (1992) [7];

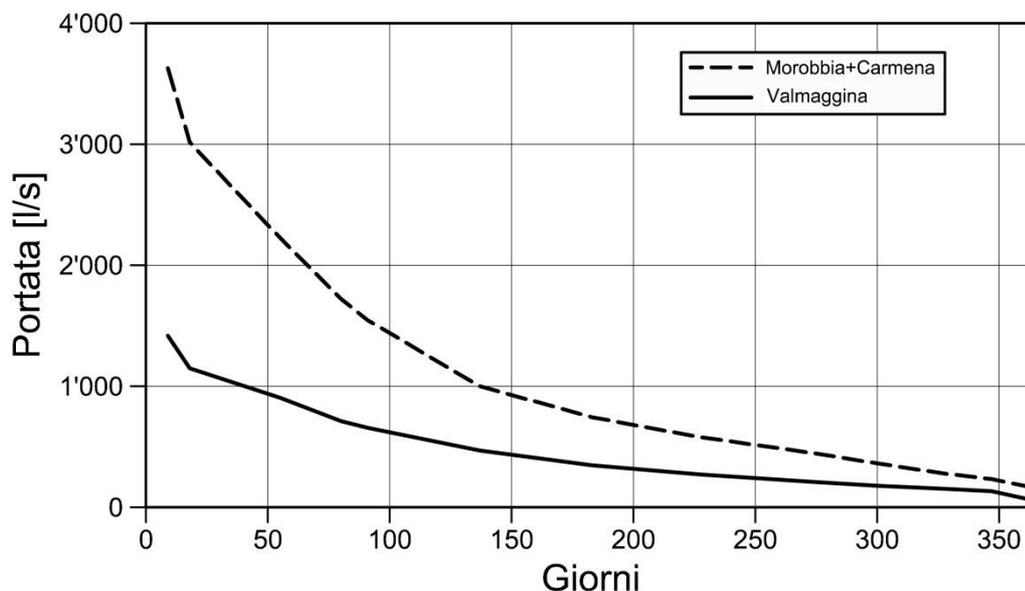
- Annuari idrologici del Cantone Ticino (1965-2011) [6];
- Annuari idrologici della Confederazione Svizzera (1966-2011) [14];
- Dati di produzione AMB (1997-2012), non pubblicati.

Le valutazioni idrologiche effettuate dal nostro ufficio sulla base dei dati ufficiali sono state confrontate con le misure effettuate da AMB, nelle quali la portata del torrente Morobbia viene calcolata in base alle quote d'invaso ed alla produzione, noto il deflusso derivato alla presa Valmaggina e misurato all'uscita del dissabbiatore [11]. I dati forniti da AMB sono stati ritenuti affidabili e sono stati validati dai competenti uffici cantonali nella presa di posizione del dicembre 2015 [13]. Pertanto questi dati forniscono la base per la definizione dell'idrologia di progetto.

#### 4.3.2 Portate $Q_{347}$ e deflusso minimo vitale legislativo

L'impianto Morobbia interessa i bacini imbriferi dei torrenti Morobbia, Valmaggina. Nell'ambito della procedura di rinnovo della concessione dell'impianto Morobbia è previsto il rilascio di un deflusso minimo vitale (DMV) all'altezza dello sbarramento principale, la diga di Carmena. Per stimare il rilascio, la Legge federale sulla protezione delle acque (LPac) [1] prevede il calcolo del DMV sulla base della curva di durata storica dei corsi d'acqua soggetti a prelievo. Come descritto al capitolo 4.3.1 si sono considerati i dati di produzione delle AMB quali dati base per lo sviluppo della curva di durata.

Nella **Fig. 2** sono presentate le curve di durata per i bacini imbriferi del torrente Morobbia e del torrente Valmaggina.



**Fig. 2:** Curve di durata per i bacini imbriferi del torrente Morobbia+Carmena e del torrente Valmaggina.

I valori di portata raggiunti o superati 347 giorni all'anno ( $Q_{347}$ ) ed i valori legislativi ([1], art. 31 cpv. 1) per il DMV sono presentati nella **Tab. 2**.

Portate e DMV	T. Morobbia	T. Valmaggina
Q <sub>347</sub> da dati AMB (1997-2012) [l/s]	231	132
DMV secondo LPAc [l/s]	161	108

**Tab. 2:** Torrenti Morobbia+Carmena e Valmaggina, portate Q<sub>347</sub> nel periodo 1997-2012 e DMV secondo [1].

Le varianti analizzate e la soluzione proposta per il rilascio del DMV vengono descritte in dettaglio nel RIA [5]. In sintesi si propone di richiedere una deroga alla LPAc, aumentando la portata totale, ma rilasciandola quasi interamente presso la diga di Carmena. Secondo quanto indicato nel RIA [5] si propone il rilascio di una portata complessiva di ca. 300 l/s, di cui 30 l/s da rilasciare quale dotazione presso l'opera di presa Valmaggina. Il volume annuo rilasciato come deflusso minimo ammonterà a circa 9.5 Mm<sup>3</sup>, ovvero circa il 20% dei volumi turbinati negli ultimi anni (1997-2012).

#### 4.3.3 Apporto minimo bacino imbrifero residuo e deflusso minimo alla centrale

La portata minima annua dei torrenti coincide con la portata raggiunta o superata 365 giorni l'anno, Q<sub>min</sub>=Q<sub>365</sub>. I valori di tali portate misurati da AMB sono presentati nella **Tab. 3**.

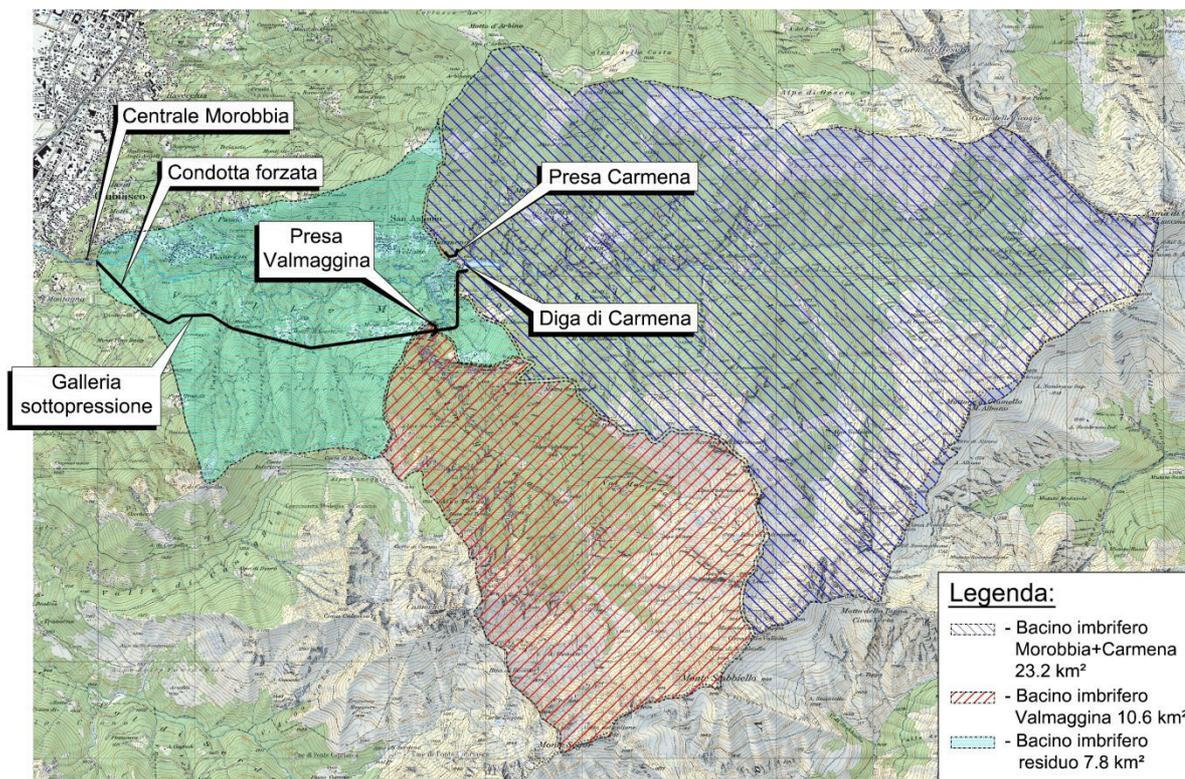
Portate minime	T. Morobbia	T. Valmaggina
Q <sub>365</sub> da dati AMB (1997-2012) [l/s]	133	52

**Tab. 3:** Torrenti Morobbia+Carmena e Valmaggina, portate minime annuali per il periodo 1997-2012.

Come mostrato in **Fig. 3**, la superficie ricoperta dal bacino imbrifero captato (Morobbia+Carmena e Valmaggina) è di 33.8 km<sup>2</sup> e ne risulta una portata specifica minima Q<sub>365</sub> = 185 l/s / 33.8 km<sup>2</sup> = 5.5 l/(s km<sup>2</sup>).

Il bacino imbrifero residuo tra la diga e la centrale di Giubiasco (indicato schematicamente in **Fig. 3**) ha una superficie di circa 7.6 km<sup>2</sup>. Assumendo che il suo comportamento idrologico sia paragonabile a quello dei bacini sottesi alla diga, ne risulta un apporto teorico minimo di Q<sub>365,residuo</sub> = 5.5 l/(s km<sup>2</sup>) 7.6 km<sup>2</sup> = 41.8 l/s.

Per completezza si ricorda che la portata specifica Q<sub>347</sub> per il bacino residuo può essere stimata analogamente a quanto descritto al capitolo precedente. Ne risulta una portata specifica Q<sub>347</sub> = 363 l/s / 33.8 km<sup>2</sup> = 10.7 l/(s km<sup>2</sup>). Pertanto per il bacino imbrifero residuo può essere assunta una portata Q<sub>347,residuo</sub> = 10.7 l/(s·km<sup>2</sup>) 7.6 km<sup>2</sup> = 81.3 l/s.

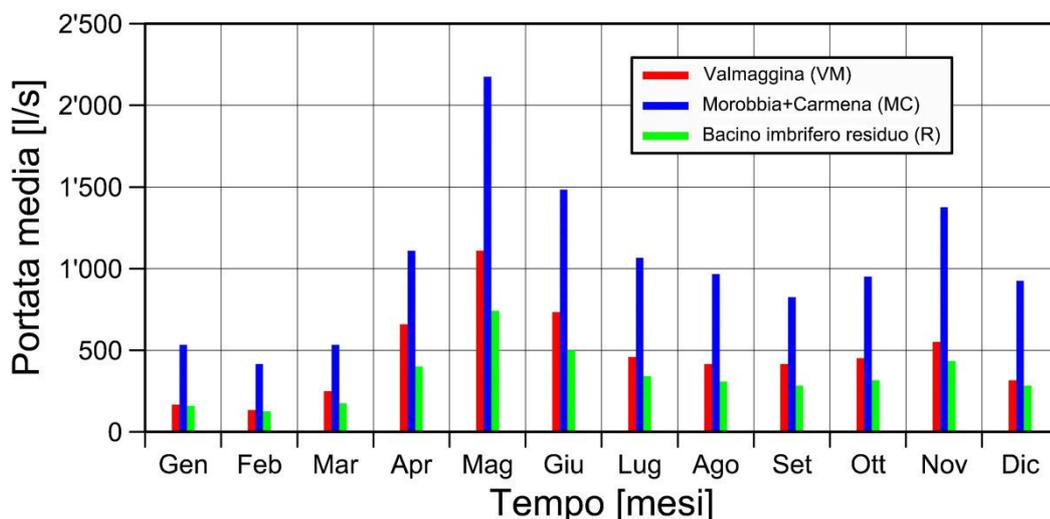


**Fig. 3:** Bacino imbrifero residuo tra la diga di Carmena e la centrale di Giubiasco, escluso il t. Valmaggina (superficie S=7.6 km<sup>2</sup>).

Il deflusso residuo minimo nel torrente Morobbia all’altezza della centrale di Giubiasco corrisponderà in futuro a  $Q_{min} = 337$  l/s: composti da 300 l/s (DMV) rilasciati dal bacino di Carmena e dalla presa Valmaggina, più 37 l/s stimati come apporto del bacino imbrifero residuo.

**4.3.4 Portate medie**

Al fine di valutare l’opportunità di una dotazione a valle di ogni opera di presa rispettivamente a valle della centrale è necessario conoscere le portate medie mensili.



**Fig. 4:** Portate minime annuali per il periodo 1997-2012. Torrente Valmaggina (VM), Torrente Morobbia+Carmena (MC) e bacino imbrifero residuo (R).

I valori di tali portate misurati da AMB sono illustrati nella Fig. 3 e riassunti nella Tab. 4.

Portate medie [l/s]	T. Morobbia	T. Valmaggina	Bacino imbrifero residuo
Gennaio	537	171	159
Febbraio	416	131	123
Marzo	537	250	177
Aprile	1'107	662	398
Maggio	2'176	1'109	738
Giugno	1'486	732	499
Luglio	1'070	460	344
Agosto	963	416	310
Settembre	824	420	280
Ottobre	952	449	315
Novembre	1'376	551	433
Dicembre	926	318	280

**Tab. 4:** Portate minime annuali per il periodo 1997-2012. Torrente Valmaggina (VM), Torrente Morobbia+Carmena (MC) e bacino imbrifero residuo (R).

## 5. DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI OPERE

### 5.1 Premessa

Nei seguenti capitoli si riassumono le caratteristiche principali degli interventi che compongono la configurazione d'impianto futuro proposto dalle AMB. Tali interventi sono inoltre illustrati nei piani contenuti nell'**Allegato C**. Una stima preliminare dei costi dei differenti interventi è invece presentata nell'**Allegato B**, mentre gli aspetti legati alla cantieristica e alle interferenze (soprattutto lungo il tracciato della condotta) sono illustrati nei piani e descritti più in dettaglio nel RIA [5]. La definizione del programma lavori e delle tempistiche verrà svolto nella fase di progettazione definitiva, congiuntamente agli approfondimenti su aspetti generali (geologia, ecc.) e sulle parti d'opera.

### 5.2 Centralina al piede diga (rilascio del deflusso minimo) - A.1.2.

#### 5.2.1 Premessa

Nell'ambito della procedura di rinnovo della concessione dell'impianto Morobbia si prevede il rilascio di un deflusso minimo vitale (DMV) in conformità con la Legge sulla protezione delle acque (LPAC) [1]. Come indicato nel capitolo 4.3, la portata minima da rilasciare risulta pari a 161 l/s per il torrente Morobbia e 108 l/s per il torrente Valmaggina, per un totale di 269 l/s. Sulla base di tali valori limite e di quanto illustrato nel RIA [5], si prevede il rilascio di una portata complessiva di ca. 300 l/s, di cui 30 l/s da rilasciare quale dotazione presso l'opera di presa Valmaggina.

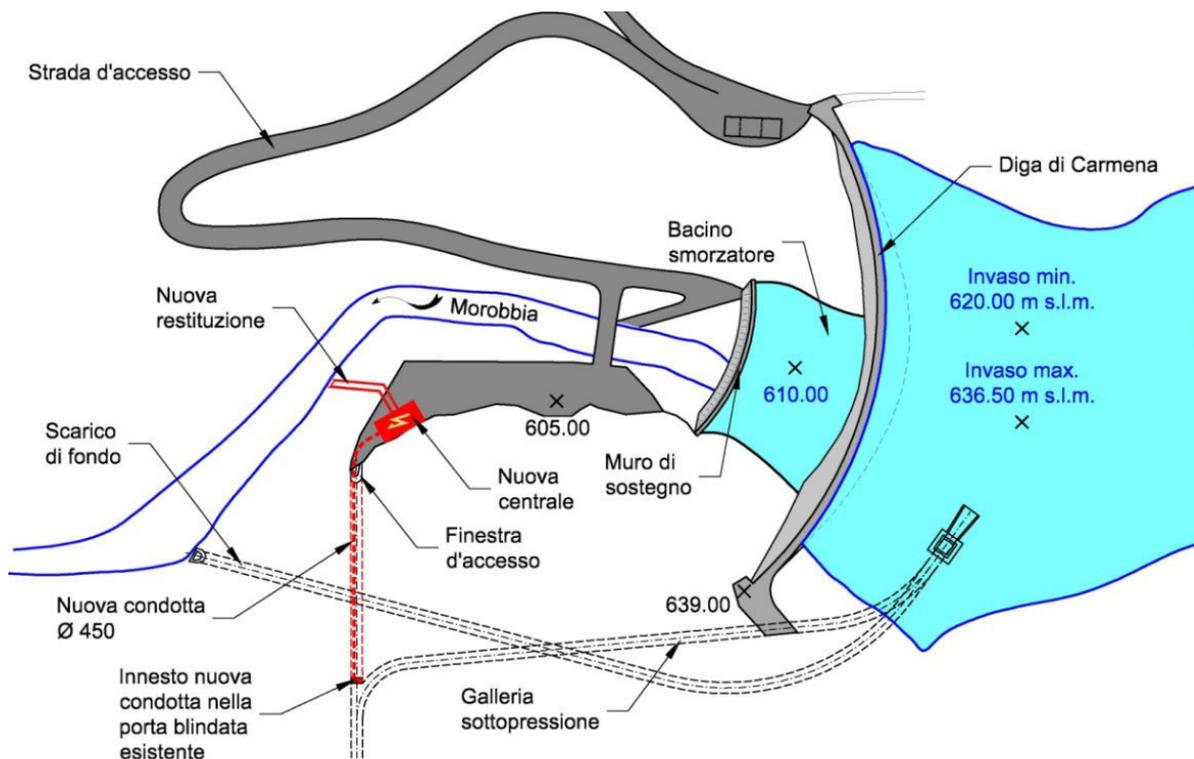
Per compensare parzialmente le perdite di produzione dovute al rilascio del DMV, si sono ipotizzate alcune varianti per sfruttare tali portate per la produzione idroelettrica. La soluzione ritenuta ottimale consiste nella realizzazione di una centralina situata al piede della diga di Carmena. Si prevede di rilasciare, tramite centralina, il deflusso minimo complessivo dei bacini imbriferi Morobbia e Valmaggina da un unico punto. Per quanto riguarda il torrente Valmaggina, il collegamento ecologico con la Morobbia verrà assicurato tramite una portata di dotazione di circa 30 l/s, rilasciata direttamente presso l'opera di presa esistente. Gli approfondimenti e le giustificazioni di tali scelte sono presentate nel RIA [5].

Per garantire il rilascio del deflusso residuale anche durante le operazioni di manutenzione della centrali o in caso di guasti la centralina sarà equipaggiata di Bypass e valvola dissipatrice.

#### 5.2.2 Descrizione dell'intervento

Le principali caratteristiche dell'intervento proposto sono rappresentate in **Fig. 5**.

Il rilascio del deflusso minimo direttamente al piede della diga prevede l'innesto di una condotta DN 450 a fianco della porta blindata di accesso alla galleria d'adduzione in pressione. La tubazione verrà posata lungo il cunicolo d'accesso mentre la centrale, di dimensioni contenute (ca. 100 m<sup>3</sup>), sarà ubicata nei pressi dell'imbocco, immediatamente a ridosso della parete rocciosa (**Fig. 6**).



**Fig. 5:** Ubicazione e caratteristiche principali della centralina a piede diga.



**Fig. 6:** Ubicazione centralina turbinaggio deflusso minimo a piede diga. (a) porta blindata della galleria di adduzione; (b) valvola esistente; (c) piazzale di accesso alla camera di controllo paratoie; (d) zona in cui verrà posata la condotta di restituzione.

Per quanto riguarda l'unità di generazione si prevede l'installazione di un gruppo Francis ad asse orizzontale le cui caratteristiche principali sono le seguenti:

– Portata nominale:	0.270 m <sup>3</sup> /s
– Salto lordo alla portata nominale (invaso a quota massima d'esercizio):	36.9 m
– Velocità di rotazione:	1000 giri/minuto
– Potenza all'asse:	85.5 kW
– Tipo generatore:	Asincrono
– Potenza generatore:	99 kW

La quota di restituzione prevista si trova a 599.60 m.s.l.m., il salto lordo oscilla quindi tra 36.9 m e 20.4 m a seconda del livello d'invaso.

Dal momento che l'obiettivo principale della centralina a piede diga consiste nel rilascio del deflusso minimo vitale, si prevede un funzionamento a portata costante ( $Q = 0.270 \text{ m}^3/\text{s}$ ) nell'arco di tutto l'anno. In fase preliminare, le perdite di carico sono state stimate in maniera prudente considerando un valore di  $\Delta H = 1.02 \text{ m}$ , pari al 5% del salto lordo minimo. Considerando quindi un salto netto minimo di  $H = 19.38 \text{ m}$ , si prevede una produzione annua minima di  $E_{\min} = 367 \text{ MWh}$ .

Considerando invece il salto dato dai livelli d'invaso registrati nel periodo 1998-2008, si ottiene una produzione media stimata di circa  $E = 546 \text{ MWh}$  all'anno (ca. 1% della produzione media annua).

Il costo d'investimento per questo intervento viene stimato in CHF 1'260'000 (-10% / +25%).

### **5.3 Rinnovo del macchinario esistente (Adeguamento centrale Morobbia) - A.2.2.**

#### *5.3.1 Premessa*

L'impianto esistente, caratterizzato da una produzione media annua di 42 GWh ed una potenza installata di 15 MW, produce mediamente per 2'800 h all'anno. Tale valore è da considerarsi piuttosto elevato per un impianto ad accumulazione destinato prevalentemente all'energia di punta, per cui si considerano generalmente 1'800 – 2'000 h di produzione all'anno. Tenuto conto del volume d'acqua da adibire al deflusso minimo vitale richiesto nell'ambito del rinnovo della concessione e assumendo modalità di gestione dell'impianto analoghe a quelle attuali, le ore di produzione dovrebbero ridursi a circa 2'250. Rimanendo tale valore ancora relativamente elevato, è risultato interessante valutare possibili interventi di potenziamento della centrale di Giubiasco.

La variante scelta prevede il rinnovo del macchinario con un lieve aumento di potenza tale da non necessitare interventi d'adeguamento del sistema d'adduzione esistente. Occorre inoltre evidenziare che il lieve aumento della portata turbinata è stato considerato nell'analisi della mitigazione dei deflussi discontinui e negli interventi di risanamento presentati al capitolo 5.4.

### 5.3.2 Descrizione dell'intervento

Per una portata di ca. 5.2 m<sup>3</sup>/s, le perdite di carico raggiungono un valore pari a circa il 6% del salto lordo (373.7 m), mentre la velocità massima nella condotta forzata tocca i 5.0 m/s. Tali valori sono da considerarsi come limiti massimi per quanto riguarda la redditività dell'impianto in questione. Una portata dell'impianto pari a 5.2 m<sup>3</sup>/s rappresenta quindi il limite superiore per il sistema idraulico esistente [7]. Si noti che l'incremento delle perdite di carico nella galleria sottopressione richiede un aumento del livello minimo di invaso di almeno 2 m, al fine di evitare rientri d'aria dal pozzo d'oscillazione. Questo comporta una perdita di volume utile pari a ca. 20'000 m<sup>3</sup>. Anche le quote nel pozzo di oscillazione durante i fenomeni transitori eserciteranno una funzione limitante.

Considerate le condizioni di esercizio dell'impianto, l'installazione di gruppi Pelton risulta ottimale. Occorre tuttavia notare che la sostituzione del gruppo Francis esistente con uno Pelton permetterebbe unicamente di ridurre l'usura della girante in fase di avvio e spegnimento, a fronte di un rendimento di picco lievemente inferiore ed un costo di intervento decisamente più importante. Peraltro, le condizioni generali del gruppo Francis esistente appaiono più che soddisfacenti e gli interventi previsti a breve-medio termine risultano relativamente contenuti, escludendo la manutenzione periodica della girante (oltretutto relativamente poco onerosa).

Sulla base delle considerazioni precedenti, risulta più interessante procedere alla sostituzione del solo gruppo Pelton, soprattutto dal punto di vista economico, il quale avrà le caratteristiche seguenti:

– Portata nominale:	2.0 m <sup>3</sup> /s
– Salto lordo:	357.2 m - 373.7 m
– Salto netto alla portata nominale:	334 m – 350 m
– Velocità di rotazione:	1000 giri/minuto
– Potenza all'asse:	6'230 kW
– Tipo generatore:	Sincrono
– Potenza generatore:	7'500 kVA
– Fattore di potenza	0.9

Gli interventi principali riguardano sostanzialmente la posa della nuova condotta di ripartizione e gli adeguamenti della centrale al fine di permettere l'installazione del nuovo gruppo e la raccolta delle acque turbinate. Si dovrà in particolare procedere alla realizzazione delle opere seguenti:

- Fossa al di sotto della cassa turbina che si colleghi con il canale di restituzione esistente;
- Appoggi del nuovo gruppo (ev. rinforzo delle fondazioni);
- Adattamento della camera valvole esistente per la posa della nuova valvola di macchina;
- Adeguamento del canale di restituzione per soddisfare i requisiti legislativi (vasca d'immissione nella condotta di restituzione).

In aggiunta alle predominanti opere di adeguamento di tipo civile, verranno installate le componenti elettriche, così come i vari sistemi di controllo, sicurezza e gestione del nuovo gruppo.

Il costo d'investimento per questo intervento viene stimato in CHF 5'120'000 (-10% / +25%).

Si ricorda che, nel caso si decidesse di approfondire una delle proposte di ottimizzazione del macchinario di centrale illustrate nel presente capitolo, sarà necessario definire più accuratamente le perdite di carico nel sistema idraulico esistente tramite misure in sito e analisi dei dati di produzione degli ultimi anni. Una valutazione approfondita del comportamento idraulico dell'intero sistema d'adduzione verrà svolta in una fase di progettazione successiva.

#### **5.4 Condotta di restituzione con sfruttamento del salto (mitigazione delle piene artificiali) - A.3.2.a**

##### *5.4.1 Premessa*

Nell'ambito della procedura di rinnovo della concessione dell'impianto Morobbia, oltre al rilascio del deflusso minimo vitale, si dovrà provvedere alla mitigazione degli effetti dei deflussi discontinui a valle della centrale, in conformità con le nuove disposizioni della Legge federale sulla protezione delle acque (LPAC) [1].

I disagi ambientali causati dalle oscillazioni di portata a valle della centrale sono descritti dal rapporto tra le portate minime e massime ( $Q_{\min}/Q_{\max}$ ), calcolato sulla base dei deflussi nel corso d'acqua in cui vengono restituite le portate turbinate, il rapporto attuale è stato stimato in  $Q_{\min}/Q_{\max}=1/52$  [7], indicando chiaramente una necessità di risanamento ai sensi dell'art. 39a LPAC. Come indicato in [5], il rapporto di oscillazione massima giornaliera ammissibile al fine di preservare l'ecosistema del torrente Morobbia, è stato stimato come  $Q_{\min}/Q_{\max}=1/8$ .

Il torrente Morobbia sfocia nel fiume Ticino a Giubiasco, dove la portata minima storica registrata alla stazione di misura Federale di Bellinzona è pari a  $Q_{365, \text{Ticino}} = 12.2 \text{ m}^3/\text{s}$  (1912-2012). Ipotizzando la restituzione dei deflussi turbinate alla centrale di Giubiasco direttamente nel fiume Ticino e assumendo che si procederà con l'adeguamento della centrale esistente come proposto nella variante A.2.2 (cfr. Cap. 5.3), si provocherebbe un'oscillazione massima di  $Q_{\min}/Q_{\max} = 12.2/(12.2 + 5.2) = 1/1.4$ , ammissibile dal punto di vista ambientale.

Il salto residuo tra la centrale di Giubiasco ed il fiume Ticino è di circa 43 m, risulta quindi interessante il suo sfruttamento per compensare in parte le perdite di produzione descritte al capitolo 5.2.

##### *5.4.2 Descrizione dell'intervento*

La scelta del tracciato della condotta di restituzione è scaturita dal confronto di 4 ipotesi [9]. Una prima ottimizzazione è poi stata realizzata nell'ambito degli approfondimenti sviluppati nel 2017, sulla base di sopralluoghi specifici e del confronto con la *Sezione Pianificazione della Città di Bellinzona*. Il tracciato, descritto brevemente nel prossimo paragrafo, è stato valutato positivamente dagli uffici cantonali, risultando un compromesso tra i vari interessi in gioco e le interferenze di vario tipo presenti nella zona interessata. Le tratte localizzate all'interno dello spazio riservato al corso d'acqua sono state minimizzate tenendo conto dei vincoli costituiti dai manufatti esistenti.

Immediatamente a valle della centrale, la condotta verrà posata sotto la strada per una lunghezza di circa 150 m, dove con un sifone attraverserà il torrente Morobbia per poi proseguire lungo la riva sinistra, percorrendo un sentiero esistente per circa 150 m. In prossimità del grotto *Ponte Vecchio*, la condotta dovrà essere interrata all'interno dell'alveo del torrente per un tratto di circa 100 m, per via della prossimità degli edifici presenti su entrambe le sponde. A valle del ponte, la condotta esce dall'alveo per proseguire all'interno dell'argine sinistro nel territorio di Camorino, per circa 400 m. In corrispondenza del parco in prossimità della passerella pedonale tra Camorino e Giubiasco, il tracciato si allontana dal letto del torrente e si sviluppa al di fuori dello spazio riservato alle acque per circa 150 m. Immediatamente a monte della confluenza tra Morobbia e riale Grande, verrà costruito un altro sifone che attraversa perpendicolarmente torrente; da qui in poi la condotta verrà posata in sponda destra per i restanti 1'100 m. Di questi, circa 800 m dovranno essere posati nell'argine del torrente per via dell'elevata densità di edifici esistenti e infrastrutture situati nelle immediate vicinanze. L'ultimo tratto a monte della centrale (circa 300 m), dove le costruzioni sono più distanti, si sviluppa invece al di fuori dello spazio riservato alle acque. La condotta avrà una lunghezza totale di circa 2'130 m (**Fig. 7**) e sarà completamente interrata lungo l'intero tracciato.



**Fig. 7** Condotta di restituzione. (a) centrale Giubiasco, la zona la centrale e il t. Morobbia dove verrà costruita la vasca di raccolta delle acque turbinate, (b) vista verso valle del t. Morobbia in zona ponte Vecchio, (c) vista verso valle in zona Hotel Morobbia, (d) confluenza con il f. Ticino, zona di restituzione.

Si raccomanda l'utilizzo di una condotta in vetroresina al fine di minimizzare le perdite di carico e soprattutto di contenere i tempi di posa. L'opportunità di eseguire i sifoni con tubazioni metalliche verrà valutata nella fase di progettazione definitiva. Nella zona Seghezzone, limitrofa al fiume Ticino

e a ridosso dell'argine insommergibile, verrà costruita una centralina che sfrutterà il salto tra la centrale esistente ed il fiume Ticino. Essa funzionerà in parallelo alla centrale di Giubiasco e restituirà le acque della Valle Morobbia nel fiume Ticino.

Il tracciato ottimale della condotta di scarico a valle della nuova centrale (circa 50 m) è stato definito tenendo conto del futuro allargamento del letto del fiume Ticino, previsto nell'ambito del progetto di rinaturazione del comparto Saleggi (consorzio Fenice). La vasca di scarico sarà quindi realizzata immediatamente a valle dell'argine insommergibile, in prossimità della spalla destra della passerella pedonale esistente. Le acque turbinate saranno quindi rilasciate nel fiume Ticino, immediatamente a valle della futura briglia fissa di stramazzo che delimiterà la futura tratta finale del torrente Morobbia, spostata verso valle rispetto alla situazione attuale. Nel caso in cui i lavori di adeguamento dell'impianto Morobbia dovessero essere realizzati prima dell'intervento di rinaturazione del comparto Saleggi, un canale interrato provvisorio dovrà essere realizzato a valle della vasca di scarico per convogliare le acque turbinate fino alla sponda attuale del fiume Ticino. Il canale sarà progettato per funzionare in condizioni di deflusso a pelo libero e sarà rimosso con i lavori per il progetto di rinaturazione.

Si noti che nell'ambito del presente studio si è valutata anche la possibilità di spostare lo sbocco della condotta di scarico in prossimità della futura foce del torrente Morobbia, realizzando un sifone al di sotto della briglia fissa di stramazzo. Tale variante è stata però scartata poiché comporta un tracciato più lungo (circa 200 m), nonché delle interferenze significative con i lavori per il progetto di rinaturazione. Inoltre, il manufatto di scarico sarebbe stato realizzato all'interno della zona di rinaturazione.

Le ipotesi utilizzate per il dimensionamento della condotta sono le seguenti:

- Portata di dimensionamento condotta ed installazioni elettromeccaniche: 5.2 m<sup>3</sup>/s
- Perdite di carico: 10%

Ne risulta una condotta forzata con le caratteristiche seguenti:

- Diametro della condotta forzata: 1'800 mm
- Velocità nella condotta: 2.0 m/s

Per quanto riguarda la centrale sul fiume Ticino, si prevede l'installazione di due gruppi Francis ad asse orizzontale le cui caratteristiche principali sono le seguenti:

- Salto lordo: 43.0 m
- Portata nominale: 2 x 2.50 m<sup>3</sup>/s
- Potenza all'asse: 2 x 935 kW
- Velocità di rotazione: 500 giri/minuto
- Tipo generatori: Asincroni
- Potenza generatore: 2 x 1'070 kVA

Il funzionamento della centrale sul fiume Ticino è direttamente subordinato a quello della centrale Morobbia, in quanto le portate turbinate dalla prima sono quelle rilasciate dalla seconda. Una prima stima preliminare dell'energia producibile può quindi essere effettuata sulla base del volume turbinato annualmente alla centrale Morobbia.

Il volume medio sfruttato nel periodo 1997-2012 è di 46.7 Mio m<sup>3</sup>. Come discusso nel Capitolo 4.3, in futuro occorrerà rilasciare un deflusso minimo vitale di  $Q = 0.270 + 0.030 = 0.300$  m<sup>3</sup>/s a valle della diga. Il volume medio turbinato alla centrale Morobbia, verrà quindi ridotto di circa 9.5 Mio m<sup>3</sup>. Sulla base di tali considerazioni, la produzione della centrale prevista sul fiume Ticino è stata stimata considerando un volume turbinato di  $V = 46.7 - 9.5 = 37.2$  Mio m<sup>3</sup>. Per stimare la produzione di energia si sono ipotizzate delle perdite di carico nella nuova condotta forzata equivalenti al 10% del salto lordo ed il rendimento medio dei due gruppi Francis è stato stimato sulla base di valori esperienziali in 80%. Sulla base dei dati di produzione AMB 1997-2012, si prevede che la nuova centrale presso il fiume Ticino produrrà mediamente 3'142 MWh, pari al 7.5% circa dell'attuale produzione della centrale di Giubiasco. La produzione minima nel periodo analizzato, relativa all'anno secco 2005, sarebbe stata di 1'397 MWh.

Si noti che la produzione calcolata costituisce una stima preliminare. Un calcolo più dettagliato potrà essere effettuato nelle fasi di progettazione successive, sulla base delle caratteristiche definitive di ogni elemento dell'impianto.

Occorre inoltre ricordare che il tracciato e le sezioni tipo della condotta potranno subire variazioni in fase di progetto definitivo sulla base delle condizioni locali o eventuali variazioni catastali. L'obiettivo principale sarà comunque quello di minimizzare le porzioni di tracciato all'interno della zona riservata al corso d'acqua rispettivamente all'interno del corpo d'argine. D'altro canto si cercherà di limitare le interferenze con le opere esistenti, nonché ottimizzare le installazioni di cantiere.

Il costo d'investimento per questo intervento viene stimato in CHF 16'120'000 (-10% / +25%).

## 6. CONCLUSIONI

La presente relazione conclude il lungo iter progettuale iniziato nel 2011 per l'allestimento della documentazione necessaria per la richiesta di rinnovo della concessione per l'impianto Morobbia. Le valutazioni e gli approfondimenti svolti nei trascorsi 6 anni hanno permesso di giungere alla definizione di interventi condivisi dai vari attori coinvolti e soprattutto dalle autorità cantonali interessate dalla procedura.

La configurazione definitiva presentata nei capitoli precedenti comprende sostanzialmente tre interventi volti primariamente al rispetto delle nuove disposizioni legislative e secondariamente alla limitazione delle perdite di produzione derivanti dall'implementazione delle stesse.

Il primo intervento sana la problematica delle portate residuali, rilasciando un deflusso minimo presso la diga di Carmena, mentre il secondo permette la demodulazione delle portate rilasciate dalla centrale di Giubiasco convogliando le portate turbinate fino alla confluenza con fiume Ticino tramite una condotta. Il terzo intervento, di per sé non strettamente necessario ai fini dell'ottenimento del rinnovo della concessione, prevede il rinnovo del macchinario di centrale esistente, aumentando leggermente la potenza installata.

Come già accennato, per ridurre almeno in parte la diminuzione di produzione, si è deciso di sfruttare sia i rilasci al piede diga, sia le portate convogliate verso il Ticino prevedendo la costruzione di due piccole centraline idroelettriche. La prima premette di produrre ca. 0.5 GWh/anno sfruttando il salto esistente creato dall'invaso e la portata residuale (DMV). Tale intervento risulta di basso impatto e tecnicamente presenta criticità ridotte. La seconda avrà una produzione più importante che può essere stimata in ca. 3.1 GWh/anno. Anche in questo caso, limitandosi all'edificio di centrale in se, l'impatto, così come le criticità tecniche risultano limitati. La posa della condotta di conduzione tra centrale esistente e fiume Ticino rappresenta invece l'intervento più complesso, sia da un punto di vista pianificatorio, che da un punto di vista tecnico. Pertanto la prossima fase progettuale (progetto definitivo) sarà prevalentemente improntata ad analizzare con particolare attenzione questa parte d'opera.

Il rinnovo del macchinario di centrale permetterà alle AMB di migliorare la flessibilità dell'impianto e di risultare pertanto meglio preparato allo sviluppo futuro del mercato energetico.

In conclusione si può affermare che gli interventi proposti rappresentino il miglior compromesso possibile in una situazione quadro alquanto complessa, soprattutto da un punto di vista pianificatorio. Le direttive legislative necessarie per l'ottenimento del rinnovo della concessione vengono rispettate e le perdite di produzione parzialmente compensate (ca. 40%). Ovviamente il raggiungimento della configurazione definitiva comporteranno da una parte un importante impegno coordinativo tra i vari attori e dall'altra investimenti elevati (ca. 20-25 Mio. CHF).

La presente relazione tecnica, unitamente al RIA, ha lo scopo di illustrare le caratteristiche principali dell'impianto previsto e di presentare tutta la documentazione necessaria per poter inoltrare la domanda di rinnovo della concessione ai competenti uffici cantonali.

Minusio, 07 novembre 2017

Ing. Andrea Balestra

Ing. Andrea Ricciardi

Ing. Philippe Lazaro

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Assemblea federale della Confederazione Svizzera, *Legge federale sulla protezione delle acque (LPAc)*, Berna, 24 gennaio 1991, stato al 1° giugno 2014
- [2] Ecocontrol SA, *Domanda di concessione Impianto idroelettrico Morobbia – Rapporto di impatto ambientale – Indagine preliminare*, Relazione tecnica, Locarno dicembre 2011
- [3] Ecocontrol SA, *Rinnovo di concessione Impianto idroelettrico Morobbia – Risultati dello studio idrobiologico*, Rapporto intermedio, Locarno febbraio 2014
- [4] Ecocontrol SA, *Rinnovo di concessione Impianto idroelettrico Morobbia – Risultati dello studio idrobiologico*, Secondo rapporto intermedio, Locarno luglio 2015
- [5] Ecocontrol SA, *Rinnovo di concessione Impianto idroelettrico Morobbia – Rapporto d'impatto ambientale (RIA fase 1)*, Relazione tecnica e documenti complementari, Locarno novembre 2017
- [6] Istituto Scienze della Terra (SUPSI), *Annuario idrologico del Canton Ticino (1965 - 2011)*; su mandato dell'Ufficio Cantonale dei Corsi d'Acqua (Repubblica e Cantone Ticino)
- [7] Lombardi SA, *Impianto Morobbia – Studio sulle conseguenze legate all'iniziativa popolare per la salvaguardia delle nostre acque ed alla proposta della nuova legge sulla protezione delle acque*, Relazione 480.1-R-50, Locarno, marzo 1992
- [8] Lombardi SA, *Impianto Morobbia – Studio preliminare per il rinnovo della concessione*, Relazione 6543.0-R-5, Minusio, dicembre 2011
- [9] Lombardi SA, *Torrente Morobbia tra la centrale di Giubiasco e la confluenza con il fiume Ticino – documentazione fotografica*, Relazione 6543.0-R-7, febbraio 2013
- [10] Lombardi SA, *Impianto Morobbia – Rinnovo della concessione e potenziamento impianto – Mitigazione delle oscillazioni giornaliere a valle della centrale di Giubiasco – Studio di varianti*, Relazione 6543.0-R-12, Minusio, marzo 2014
- [11] Lombardi SA, *Impianto Morobbia – Studio di base – Rinnovo della concessione e potenziamento impianto – Relazione tecnica*, Relazione 6543.0-R-15A, Minusio, febbraio 2015
- [12] Lombardi SA, *Impianto Morobbia – Bacino di compenso Carmena – Stima degli apporti in materiale solido di fondo – Relazione tecnica*, Relazione 480.1-R-165, Minusio, marzo 2016
- [13] M. celio (DA) e S. Pitozzi (UFE), *Domanda di concessione Impianto idroelettrico Morobbia – Fattibilità della variante presentata dalle AMB*, Bellinzona 04.12.2015, lettera indirizzata al Municipio di Bellinzona.
- [14] Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), *Annuario idrologico della Svizzera, Deflussi, livelli idrometrici e qualità delle acque in Svizzera (1966 – 2011)*

## **ALLEGATO A**

IMPIANTO ESISTENTE – Dati caratteristici

**Caratteristiche generali dell'impianto esistente**

– Lavori di costruzione:	1968-1970
– Salto lordo:	377.5 m
– Salto netto di progetto alla portata nominale:	363.5 m
– Potenza installata:	ca. 15.1 MW
– Produzione media annua (1997-2012):	ca. 42 GWh
– Volume medio annuo turbinato (1997-2012):	ca. 46.7 Mm <sup>3</sup>
– Coefficiente produttività impianto:	0.90 kWh/m <sup>3</sup>

**Bacino di Carmena**

– Invaso minimo normale:	620.00 m slm
– Invaso massimo normale:	636.50 m slm
– Volume utile (tra quota 620.0 m s.l.m. e 636.5 m s.l.m.):	250'000 m <sup>3</sup>

**Diga ad arco a doppia curvatura**

– Altezza massima:	39.00 m
– Quota coronamento:	639.00 m slm
– Lunghezza coronamento (7 conci di ca. 12 m e un concio di ca. 15 m):	99.00 m
– Spessore al coronamento (quota 638.5 m s.l.m.):	1.70 m
– Spessore alla base:	5.10 m
– Volume calcestruzzo:	8'600 m <sup>3</sup>
– Scarico di superficie	
• Tipologia:	sfioratore a soglia fissa
• Lunghezza totale soglia (4 aperture a 10.50 m):	42.00 m
• Quota soglia:	636.50 m slm
• Capacità (Q <sub>1000</sub> ):	180 m <sup>3</sup> /s
– Scarico di fondo	
• Quota soglia all'entrata della galleria:	604.30 m slm
• Quota asse paratoia:	596.58 m slm
• Dimensione apertura paratoie (L x A):	1.00 x 1.00 m
• Capacità massima:	25.2 m <sup>3</sup> /s
– Presa d'acqua	
• Quota soglia:	614.50 m slm
• Quota asse paratoia all'imbocco della galleria di adduzione:	605.39 m slm
• Dimensione apertura paratoia (L x A):	1.00 x 1.00 m
• Portata massima:	5.0 m <sup>3</sup> /s

*Galleria d'adduzione*

- Tipologia di scavo / rivestimento: convenzionale / non rivestita
- Lunghezza: 3.8 km
- Area sezione: 3.8 - 4.9 m<sup>2</sup>

*Preso Valmaggina*

- Tipologia: presa tirolese provvista di sghiaiatore e dissabbiatore (1 vasca)
- Quota captazione: ca. 663.00 m slm
- Portata massima: 2.0 m<sup>3</sup>/s

*Condotta forzata*

- Materiale: acciaio
- Lunghezza: 940 m
- Diametro: 1.15 - 1.30 m
- Spessore lamiera: 7 - 14 mm

*Centrale e installazioni idro- ed elettromeccaniche*

- Dimensioni centrale: 37.0 x 16.0 m
- Quota di restituzione: 259.00 m slm
- Tipologia dei gruppi: 1 x Pelton a un getto / 1 x Francis
- Potenza installata (Pelton/Francis): 4.8 MW / 10.3 MW
- Portata massima al salto di progetto 363.5 m (Pelton/Francis): 1.5 m<sup>3</sup>/s / 3.2 m<sup>3</sup>/s
- Velocità di rotazione (Pelton/Francis): 500 rpm / 1'500 rpm

## **ALLEGATO B**

### STIME DEI COSTI

**A.1.2 - CENTRALINA DMV A PIEDE DIGA**

Lavorazioni / Parti d'opera	Unità	Condotta	Centrale	Condotta di restituzione	Restituzione	Quantità totale	Prezzo unitario	Importo [CHF]
<b>A. Scavo e riempimenti</b>								
- scavo in roccia o trovanti	[m <sup>3</sup> ]	10	175	25	50	260	100 [CHF/m <sup>3</sup> ]	26'000
- scavo in materiale sciolto	[m <sup>3</sup> ]	10	175	25	50	260	50 [CHF/m <sup>3</sup> ]	13'000
- riempimenti con materiale selezionato	[m <sup>3</sup> ]	20		50		70	100 [CHF/m <sup>3</sup> ]	7'000
							<b>Totale</b>	<b>46'000</b>
<b>B. Rivestimenti e cls</b>								
- cls armato fondazione	[m <sup>3</sup> ]		65	15		80	800 [CHF/m <sup>3</sup> ]	64'000
- cls armato elevazione	[m <sup>3</sup> ]		85			85	1'000 [CHF/m <sup>3</sup> ]	85'000
- protezione, stabilizzazione con blocchi o gabbioni	[m <sup>3</sup> ]				40	40	300 [CHF/m <sup>3</sup> ]	12'000
							<b>Totale</b>	<b>161'000</b>
<b>C. Sistemazione finale</b>								
- sistemazione finale, rifiniture e miglioramenti in corso d'opera	[unità]		1	1	1	3	10'000 [CHF/un.]	30'000
- opere di artigiani vari (idraulici, imbinachini, elettricisti, ecc.)	[unità]	2				2	10'000 [CHF/un.]	20'000
							<b>Totale</b>	<b>50'000</b>
<b>D. Forniture varie, incl. trasporto e montaggio</b>								
- metalcostruzioni (griglie, porte, ringhiere, ventole, portoni)	[unità]	1	4		1	6	10'000 [CHF/un.]	60'000
- condotta in vetroresina (D=350 mm) incl. pezzi speciali	[m]	62				62	300 [CHF/m]	18'600
- turbina, alternatore e trasformatore	[gl]		1			1	600'000 [CHF]	600'000
							<b>Totale</b>	<b>678'600</b>

53'000      814'000      31'000      40'000      **TOTALE (arrotondato)**      940'000

**Installazioni generali e tecnica di cantiere**      100'000

**Imprevisti (10%)**      100'000

**Progetto + DL (12%)**      120'000

**TOTALE (IVA escl.)**      1'260'000

**COSTO PER kW**      12'600



**A.3.2.a - CONDOTTA DI RESTITUZIONE CON SFRUTTAMENTO DEL SALTO**

Lavorazioni / Parti d'opera	Unità	Condotta	Centrale	Condotta di restituzione	Restituzione	Quantità totale	Prezzo unitario	Importo [CHF]
<b>A. Scavo e riempimenti</b>								
- scavo in roccia o trovanti	[m <sup>3</sup> ]		200		150	<b>350</b>	200 [CHF/m <sup>3</sup> ]	70'000
- scavo in materiale sciolto	[m <sup>3</sup> ]		1'500		100	<b>1'600</b>	50 [CHF/m <sup>3</sup> ]	80'000
- riempimenti con materiale selezionato	[m <sup>3</sup> ]		200	1'300	50	<b>1'550</b>	50 [CHF/m <sup>3</sup> ]	77'500
							<b>Totale</b>	<b>227'500</b>
<b>B. Rivestimenti e cls</b>								
- cls armato fondazione	[m <sup>3</sup> ]		1'700		30	<b>1'730</b>	500 [CHF/m <sup>3</sup> ]	865'000
- cls non strutturale generico	[m <sup>3</sup> ]			600	5	<b>605</b>	1'000 [CHF/m <sup>3</sup> ]	605'000
- protezione, stabilizzazione con blocchi o gabbioni	[m <sup>3</sup> ]				150	<b>150</b>	300 [CHF/m <sup>3</sup> ]	45'000
							<b>Totale</b>	<b>1'515'000</b>
<b>C. Sistemazione finale</b>								
- sistemazione finale, rifiniture e miglioramenti in corso d'opera	[unità]	5	10	5	2	<b>22</b>	10'000 [CHF/un.]	220'000
- opere di artigiani vari (idraulici, imbinachini, elettricisti, ecc.)	[unità]	10	2			<b>12</b>	10'000 [CHF/un.]	120'000
							<b>Totale</b>	<b>340'000</b>
<b>D. Forniture varie, incl. trasporto e montaggio</b>								
- metalcostruzioni (griglie, porte, ringhiere, ventole, portoni)	[unità]		5		1	<b>6</b>	10'000 [CHF/un.]	60'000
- condotta in vetroresina sotto strada (D=1800 mm)	[m]	150				<b>150</b>	5'100 [CHF/m]	765'000
- condotta in vetroresina in alveo (D=1800 mm)	[m]	180				<b>180</b>	5'400 [CHF/m]	972'000
- condotta in vetroresina nell'argine (D=1800 mm)	[m]	1'800				<b>1'800</b>	4'000 [CHF/m]	7'200'000
- turbina, alternatore e trasformatore (2x Francis)	[gl]		1			<b>1</b>	2'040'000 [CHF]	2'040'000
- condotta di restituzione (D=1800)	[m]			102		<b>102</b>	1'500 [CHF/m]	
							<b>Totale</b>	<b>11'037'000</b>
		<b>9'087'000</b>	<b>3'185'000</b>	<b>715'000</b>	<b>133'000</b>		<b>TOTALE (arrotondato)</b>	<b>13'120'000</b>

Installazioni generali e tecnica di cantiere 100'000

Imprevisti (10%) 1'320'000

Progetto + DL (12%) 1'580'000

**TOTALE (IVA escl.) 16'120'000**

**COSTO PER kW 8'620**