

COMUNE DI MOENA



PROVINCIA DI TRENTO



## COTTIMO FIDUCIARIO

NUOVA CENTRALINA IDROELETTRICA POSTA IN SERIE CON  
L'ACQUEDOTTO PUBBLICO ESISTENTE DEL COMUNE DI MOENA  
ALIMENTATA DALLE OPERE DI PRESA ESISTENTI SULLE SORGENTI  
"PENIOLA", "DARSONE' DX, "DARSONE' SX" E SUL "RIO PENIOLA"

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

1



**STUDIO TECNICO PEDROLLI**

*di Ing. Diego Pedrolli, Geom. Fulvio Pedrolli, Ing. Michele Senes, Ing. Maurizio Lutterotti e Ing. Matteo Giuliani*

*Via Detassis 59 - 38121 TRENTO - Tel. 0461/822026 - 3linee ric. aut. - fax 0461/820977*

Trento, marzo 2016

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO  
Dott. Ing. DIEGO PEDROLLI  
INSCRIZIONE ALBO N° 554

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## Indice

1	Premessa .....	2
2	Motivazioni del progetto .....	3
3	Normativa di riferimento .....	4
4	Sistema sorgentizio e acquedottistico .....	5
5	Dati di concessione .....	8
6	Descrizione e dimensionamento dell'opera.....	9
6.1	Producibilità elettrica.....	11
6.2	Gruppo turbina-generatore .....	13
6.3	Impianto elettrico e allacciamento alla rete .....	16
6.3.1	Quadro di comando e controllo.....	16
6.3.2	Quadro di bassa tensione.....	17
6.3.3	Impianto di terra .....	18
6.3.4	Collegamenti elettrici e allacciamento alla rete .....	18
7	Interferenza con infrastrutture e inquadramento urbanistico .....	19
8	Valutazioni economiche .....	20
8.1	Preventivo sommario del costo delle opere .....	20
8.2	Stima dei costi di demolizione delle opere insistenti sul demanio .....	20
8.3	Tempo di rientro dell'investimento.....	20

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 1 Premessa

La presente relazione TECNICO-ILLUSTRATIVA è relativa alla realizzazione di una centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico ed è parte del progetto esecutivo di sistemazione dell'acquedotto pubblico del comune di Moena alimentato dalle opere di presa esistenti sulle sorgenti "Peniola", "Darsonè dx", "Darsonè sx" e sul "Rio Peniola".

L'amministrazione Comunale di Moena, nell'ambito dei propri programmi, ha maturato il convincimento che fosse percorribile la strada di uno sfruttamento idroelettrico della risorsa potabile; tenuto conto del notevole salto a disposizione e della portata già concessa è stata inoltrata istanza al Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche della P.A.T. tesa ad ottenere l'autorizzazione per usi multipli delle acque. L'iter di approvazione dell'uso multiplo prevede il silenzio assenso trascorsi 30 giorni dalla domanda; i 30 giorni risultano già trascorsi e si attende la determina scritta.

Negli elaborati progettuali della progettazione esecutiva della sistemazione dell'acquedotto sopra citato sono presenti anche le indicazioni costruttive (piante e sezioni) relative alla centralina idroelettrica.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 2 Motivazioni del progetto

Il Comune di Moena è titolare del diritto di attingimento ad uso civile – potabile per acquedotto pubblico sul periodo che va dal primo gennaio al 31 dicembre di ogni anno, dalla sorgente “Peniola” (numero pratica C/1054) e dalle sorgenti Darsonè dx e sx (numero pratica C/1098). È presente, inoltre, una derivazione dal rio Peniola (numero pratica C/1098) di soccorso alle sorgenti Darsonè con portata complessiva pari alla somma delle due sorgenti Darsonè che viene attivata in inverno qualora le due sorgenti non siano in grado di apportare la risorsa idrica necessaria.

Si riporta di seguito una tabella con riassunte le portate medie e massime presenti in concessione ad uso civile – potabile per acquedotto pubblico.

PORTATE CONCESSE DAL DIRITTO DI ATTINGIMENTO DI NUMERO PRATICA C/1054		
Sorgenti	Portate Medie [l/s]	Portate Massime [l/s]
Peniola	7,0	7,0
PORTATE CONCESSE DAL DIRITTO DI ATTINGIMENTO DI NUMERO PRATICA C/1098		
Darsonè sx	1,5	1,5
Darsonè dx	2,5	2,5
Rio Peniola (di soccorso)	4	4

**Tabella 1: Prospetto delle attuali portate medie e massime di concessione ad uso civile – potabile per l'acquedotto pubblico di Moena presso le sorgenti interessate dallo sfruttamento idroelettrico in progetto.**

Nell'ottica di uno sfruttamento ottimale della risorsa idrica, in particolare, delle sorgenti sopra tabellate, l'Amministrazione comunale ha già richiesto di poter sfruttare le rispettive portate ed il salto geodetico, che si instaurerà tra la superficie libera della vaschetta di partenza dall'opera di presa più bassa, cioè quella della sorgente “Darsonè dx” (o della presa sul rio Peniola nei periodi di utilizzo a scopo di soccorso), e la quota dell'asse della nuova turbina (prevista nelle immediate vicinanze del nuovo potabilizzatore previsto a quota 1398 m s.l.m.), per la produzione di energia elettrica.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

### 3 Normativa di riferimento

Nella stesura del presente progetto si è fatto riferimento alle seguenti normative:

#### Energia

AEEG Del. 34/05 e ss.mm.	Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica di cui all'Art. 13 comma 3 e 4 del D.Lgs. n°387 del 29 dic. 2003 e al comma 41 della L. n°239 del 23 ago. 2004
AEEG Del. 05/04	Testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2004-2007 e disposizioni in materia di contributi di allacciamento e diritti fissi
AEEG Del. 111/06	Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79
SET spa PTC Ed1-maggio 2006	Prescrizioni tecniche per la connessione alla rete elettrica a 20 kV
L. 23 agosto 2004, n.239 e ss.mm.	Riordino per il settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia
D.Lgs. 152 del 05 maggio 2006	Norme in materia ambientale
Del. G.P. n. 2190 del 13 settembre 2002	Criteri, per l'anno 2003 e seguenti, per l'ammissibilità delle domande e per la compilazione della graduatoria ai sensi della legge provinciale 29 maggio 1980 n. 14 e successive modifiche ed integrazioni.

#### Varie

D.P.R 15 febbraio 2006	Norme di attuazione del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche
------------------------	---

#### Lavori pubblici

L.P. 10.09.1993, n. 26	Norme in materia di lavori pubblici di interesse provinciale
L. 11.02.1994, n. 109 e ss.mm.	Legge quadro in materia di lavori pubblici
D.P.G.P. 30.09.1994, n. 12 – 10/Leg.	Regolamento di attuazione della L.P. 10.09.1993, n. 26
D.P.R. 21.12.1999, n. 554	Regolamento di attuazione della Legge quadro in materia di lavori pubblici
D.M. 19.04.2000, n. 145	Regolamento recante il capitolato generale di appalto dei lavori pubblici

#### Progettazione opere idrauliche

D.M. 12.12.1985	Norme tecniche relative alla tubazioni
Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291	Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni
UNI CEI 70030:1998	Impianti tecnologici sotterranei – criteri generali di posa

STUDIO TECNICO PEDROLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 4 Sistema sorgentizio e acquedottistico

Si è già accennato nei capitoli precedenti sul fatto che l'acqua che si intende sottoporre a sfruttamento idroelettrico in serie con l'impianto acquedottistico pubblico del comune di Moena, è quella attinta da diverse sorgenti, lo schema idraulico delle derivazioni allo stato attuale a allo stato di progetto è presente nelle tavole allegate al progetto esecutivo. Un estratto delle suddette tavole è presente nelle figure che seguono.

La differenza sostanziale tra lo stato attuale e lo stato di progetto, oltre alla sostituzione di alcune tubature vetuste previste nel progetto di ammodernamento dell'acquedotto, riguarda la realizzazione di un nuovo potabilizzatore a quota 1398 m s.l.m. e nei pressi di quest'ultimo la relazione di un nuovo manufatto ove troverà posto la nuova centralina idroelettrica che turbinerà le portate in arrivo dalle varie sorgenti.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

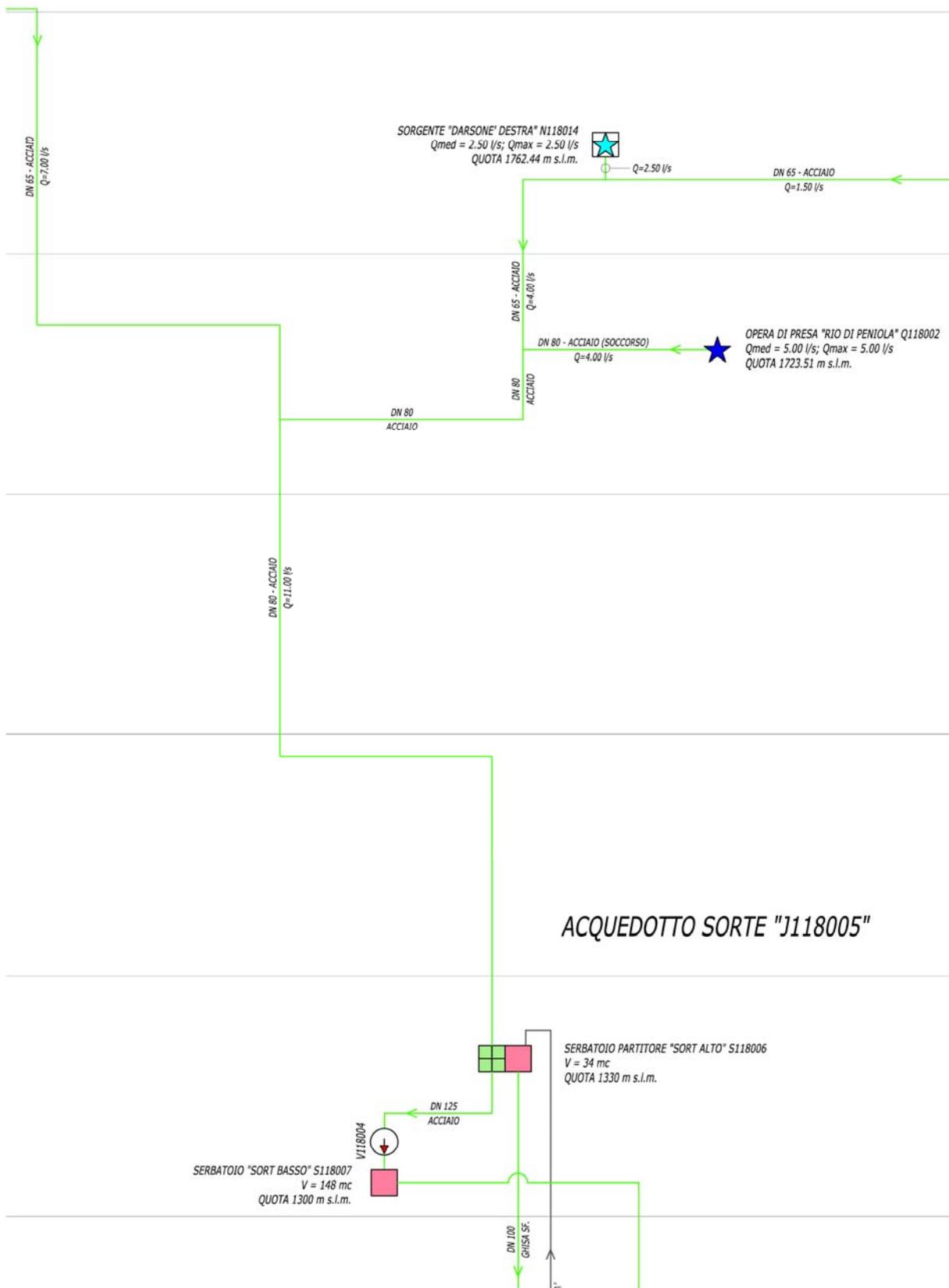


Figura 1: Estratto dello schema idraulico dell'acquedotto a servizio dell'abitato di Moena - stato attuale.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

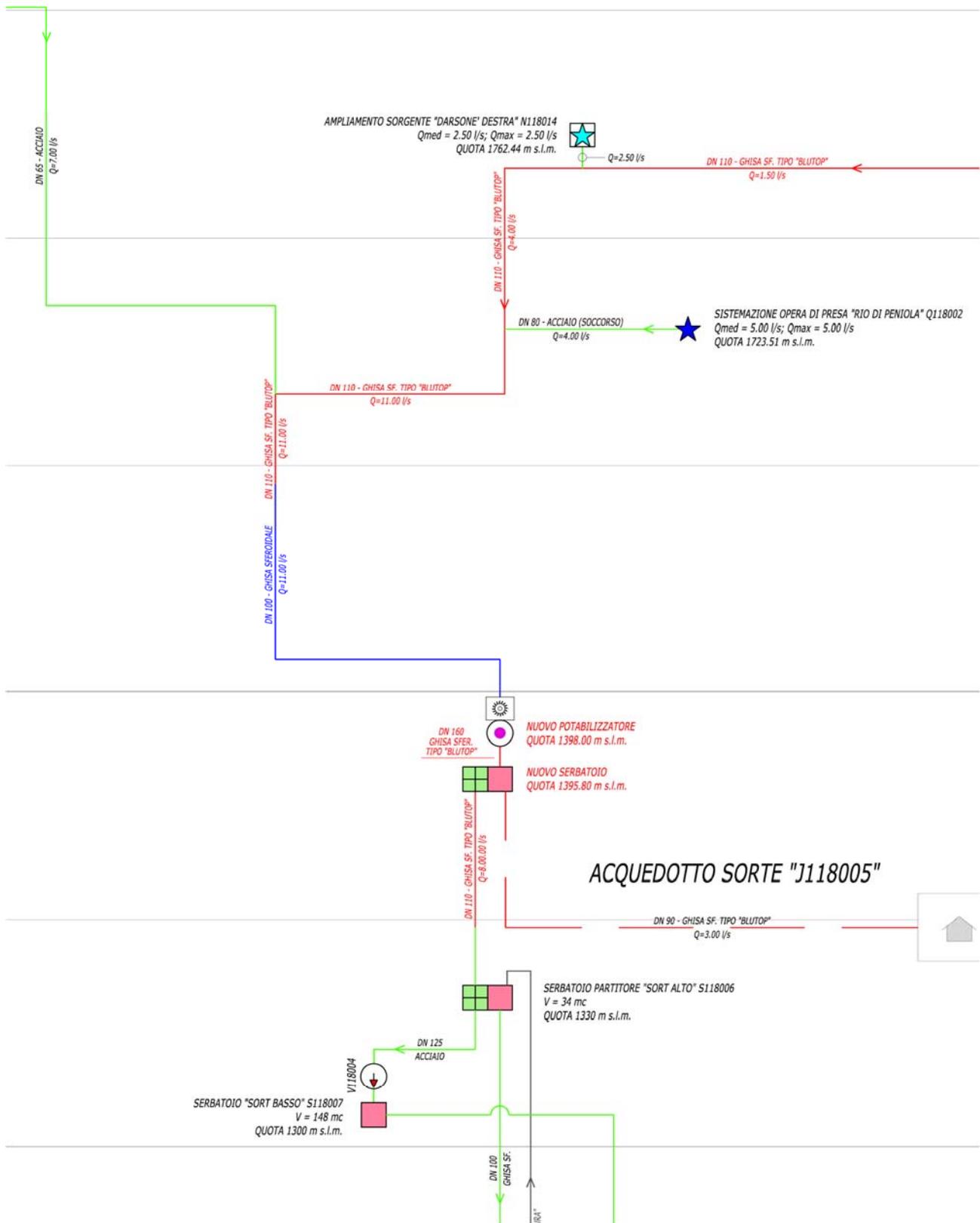


Figura 2: Estratto dello schema idraulico dell'acquedotto a servizio dell'abitato di Moena - stato di progetto".

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 5 Dati di concessione

Si riportano di seguito i dati relativi alla domanda di usi multipli per la richiesta di uso idroelettrico affiancato al presente uso potabile.

<b>Portata massima:</b>	11 l/s
<b>Portata media:</b>	11 l/s
<b>Pelo libero monte</b>	1762.44 m s.l.m. (opera di presa Darsonè dx) in caso di soccorso 1723.51 m s.l.m. (opera di presa su rio Peniola)
<b>Pelo libero valle</b>	1399.70 m s.l.m. (scarico presso edificio centrale)
<b>Salto geodetico</b>	362.74 m
<b>Potenza nominale</b>	39.12 kW
<b>Periodo</b>	1 gennaio – 31 dicembre

### DATI CATASTALI DELL'OPERA

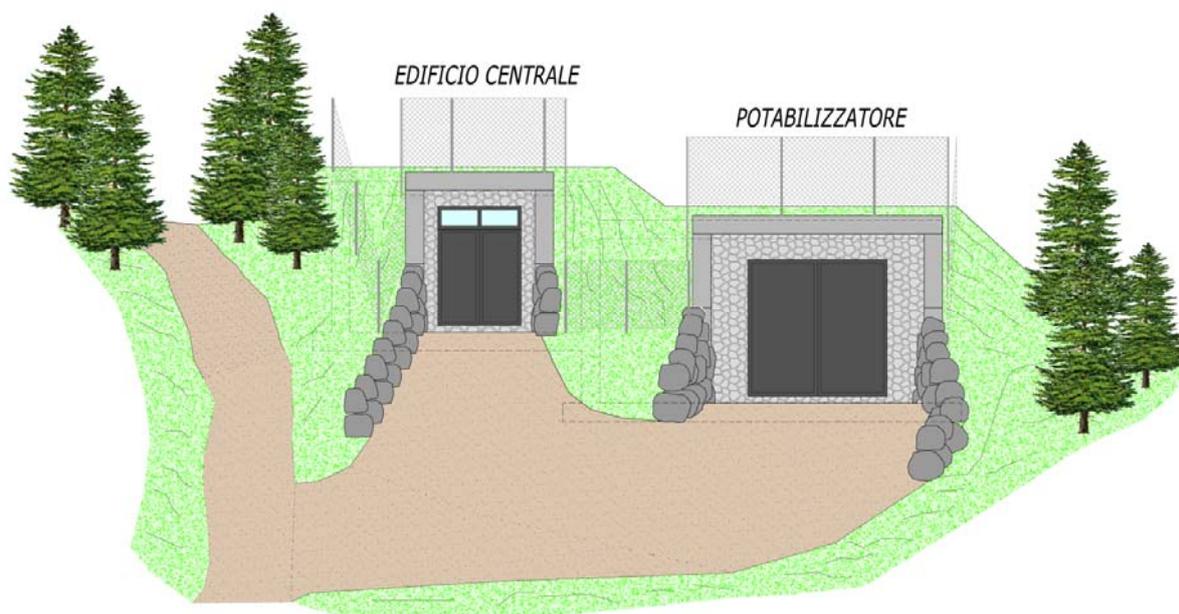
Opera di presa Peniola	p.ed. 1773/1 CC Vigo di Fassa
Opera di presa Darsonè sx	p.ed. 1773/1 CC Vigo di Fassa
Opera di presa Darsonè dx	p.ed. 1773/1 CC Vigo di Fassa
Opera di presa rio Peniola	p.ed. 1773/1 CC Vigo di Fassa
Opera di scarico	p.ed. 3116/1 CC Moena

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 6 Descrizione e dimensionamento dell'opera

In generale, un impianto di produzione di energia idroelettrica è costituito dall'**opera di presa**, dalla **condotta forzata** e dall'**edificio della centrale** che contiene i macchinari elettro-meccanici.

Nel caso in oggetto, quali opere di captazione e di trasporto, si sfrutteranno le tubazioni di adduzione e le opere di presa esistenti del sistema acquedottistico comunale descritto nel capitolo 4. Per quanto concerne invece l'alloggiamento del gruppo turbina-generatore, previsto in vicinanza del nuovo potabilizzatore, si realizzerà una nuova struttura in calcestruzzo con modalità, di interramento e di rivestimento per la parte a vista, uguale a quella del manufatto del nuovo potabilizzatore.



**Figura 3: prospetto dell'edificio centrale ove troverà posto la nuova centralina e dell'edificio del nuovo potabilizzatore**

Le condotte esistenti che portano la risorsa idrica dalle sorgenti verso il potabilizzatore hanno diametri diversi e sono per lo più DN 65 e 80 in acciaio e Dn 110 in ghisa; il dettaglio delle varie tubature è presente nella tavola allegata.

Le succitate condotte di adduzione, impiegate all'uopo come condotte forzate, confluiscono verso il nuovo potabilizzatore e la tubazione che le riunisce transita prima nell'edificio ove troverà posto la centralina di produzione idroelettrica. Dalla vasca di scarico della centralina sarà posato un tubo DN 200 in acciaio inox che andrà a portare l'acqua all'interno delle vaschette nell'edificio del potabilizzatore.

La nuova centralina avrà dimensioni interne di 4,95 x 5,00 m; in particolare il manufatto verrà realizzato, con soletta e setti in calcestruzzo, un piano di appoggio per il gruppo elettro-meccanico ad una quota di 1,00 m dal piano di calpestio. Nello stesso spazio, in particolare in posizione sottostante al



STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

Il quadro generale di gestione dell'impianto idroelettrico troverà collocazione direttamente all'interno della struttura costituente la centralina, mentre il gruppo di misura bidirezionale del gestore di rete SET Distribuzione Spa verrà alloggiato in una apposita cassetta stagna fissata alla parete esterna dello stesso manufatto di produzione.

Infine, per quanto riguarda il collegamento alla rete di BT del comune di Moena, si sfrutterà il previsto collegamento per l'alimentazione dell'impianto di potabilizzazione; si prevederà un cavidotto di sezione adeguatamente dimensionata per consentire sia il funzionamento del potabilizzatore che dell'impianto di produzione idroelettrica.

## 6.1 Producibilità elettrica

Le portate di progetto con le quali si dimensiona l'impianto sono le seguenti:

- **portata media: 11,0 l/s;**
- **portata massima: 11,0 l/s.**

Per quanto concerne invece il salto motore dell'impianto, si intende utilizzare per lo sfruttamento idroelettrico il dislivello che si instaurerà tra la quota della superficie del pelo libero della vaschetta di partenza dell'opera di presa della sorgente più bassa, cioè la sorgente "Darsonè dx", a quota 1762,44 m s.l.m., e l'asse della nuova turbina prevista a 1401,00 m s.l.m..

Il **salto lordo** di progetto, pertanto, è fissato a **361,44 m**.

Per la valutazione della producibilità elettrica occorre dedurre il salto utile dell'impianto idroelettrico in progetto. La rete acquedottistica prevede la confluenza di due distinte condotte forzate a monte del nuovo gruppo produzione, la quota del pelo libero di monte è però definita dalla quota della sorgente più bassa costituita dalla sorgente Darsonè dx. Si analizza quindi la tubazione che si diparte da detta sorgente e, per la portata di progetto, si applica in modo analitico l'equazione dell'energia nel tratto in pressione:

$$E_M = E_V + \sum_i \frac{U_i^2}{2g} \frac{f_i L_i}{D_i} - H_U \quad (1)$$

dove  $H_U$  è il salto utile,  $E_M$  e  $E_V$  rappresentano rispettivamente l'energia di monte e di valle, mentre  $L_i$ ,  $D_i$  e  $f_i$  sono, in generale, la lunghezza, il diametro e il numero di resistenza dell' $i$ -esima tubazione. Il numero di resistenza viene espresso attraverso la formula di *Colebrook-White*:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{e}{3,71D} + \frac{2,52}{R_e \sqrt{f}} \right) \quad (2)$$

con  $e$  scabrezza equivalente della tubazione e  $R_e$  numero di Reynolds. Per la scabrezza equivalente delle nuove tubazioni si assume un valore di 0,013 mm.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

Q [l/s]	H [m]	Hu [m]	D [m]	L [m]	e [mm]	$\Delta E_{tot}$ [m]
4,00	53,32	50,96	0.102	872,42	0,013	2,36
11,00	92,89	85,67	0.102	431,95	0,013	7,22
11,00	215,23	178,12	0.1058	2649,56	0,013	37,11
<i>tot</i>	361,44	314,75				46,69

**Tabella 2: Calcolo del salto utile netto per i diversi tratti di cui è composta la condotta forzata più lunga;  $H$ =salto lordo,  $H_u$ =salto utile,  $\Delta E_{tot}$ =perdita totale di energia.**

Si precisa che il salto utile sopra tabellato, che corrisponde alla portata caratteristica attesa nella condotta forzata, detterà il funzionamento dell'impianto idroelettrico in progetto; infatti, si prevedrà, tramite il PLC di centrale, un'opportuna regolazione della turbina in base alle rilevazioni del misuratore di portata e del misuratore di pressione, che saranno posti entrambi immediatamente a monte dello stesso gruppo di produzione. Il distributore tipo "Doble" della nuova turbina verrà quindi aperto o chiuso al variare della portata e quindi della piezometrica in modo tale da mantenere sempre il pelo libero di monte pari alla quota del pelo libero della vasca di partenza della sorgente "Darsonè dx" con la portata effettivamente transitante.

Si procede di seguito alla stima della producibilità elettrica dell'impianto  $E$ , indispensabile per l'analisi del tempo di ritorno dell'investimento.

La potenza utile dell'impianto per la stima della producibilità (nel calcolo si utilizza un rendimento cautelativo pari a 0,85 per la turbina) è riportata nella seguente tabella:

Portata [l/s]	Salto utile [m]	$\eta_{Pelton}$ [%]	$\eta_{Generatore}$ [%]	$P_{utile}$ [kW]
11	314,75	0,85	0,92	26,54

**Tabella 3: Potenza resa per la portata di progetto,  $P_U$ = potenza utile.**

Considerando ora a favore di sicurezza un periodo di utilizzazione pari a 7500 ore all'anno, per tener conto di una certa incertezza sulla portata media definita in concessione, si ricava una producibilità teorica annua di:

$P_{utile}$ [kW]	$E$ [MWh]
26,54	199

**Tabella 4: Producibilità annua attesa con la portata media di progetto.**

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 6.2 Gruppo turbina-generatore

La turbina sarà di tipo Pelton ad asse orizzontale ad un getto con attuatore elettromeccanico Auma alimentato a 24 V.c.c. completo di fincorsa doppi in apertura e chiusura, limitatore di coppia in apertura e chiusura, protezione termica del motore con pastiglia bimetallica e trasduttore di posizione 4-20 mV e scaldiglia anticondensa.

Il tempo di chiusura della spina sarà opportunamente calcolato per non oltrepassare i valori di pressione massima, comunque non più del 5% della pressione, sopportabili dalla condotta.

L'ago Doble sarà realizzato in acciaio inox AISI 316 L con profilo idraulico appropriato; allo stesso modo anche il bocchello sarà realizzato con il medesimo materiale e costruito in modo da poter essere facilmente sostituito. Tutti i movimenti saranno affidati ad attuatori a 24 V cc evitando così l'uso di movimento oleodinamico per evitare eventuali perdite di olio nell'acquedotto.

La ruota Pelton sarà fucinata in acciaio inox AISI 316 L, come le pale che saranno fissate o saldate sul mozzo. La superficie delle pale sarà finita a specchio con il profilo idraulico più adeguato. La cassa sarà realizzata in acciaio inox AISI 304, in lamiera di grosso spessore, circa 30 mm, opportunamente costolata e sarà montata su una robusta base in carpenteria metallica da annegare preventivamente nel calcestruzzo. La girante sarà realizzata per garantire un rendimento dell'85% dal 50% al 100% della portata di progetto pari a 11 l/s. Il carico idrostatico di progetto è di 361,44 m, mentre quello dinamico è pari a 314,75 m.

Detta ruota verrà calettata a sbalzo ad un generatore asincrono della potenza elettrica di 22 kW a 1500 giri/min. completo di sensori di temperatura sugli avvolgimenti. Il generatore, protetto da spruzzi ed infiltrazioni d'acqua attraverso un sistema di labirinti opportunamente realizzati fra ruota e generatore, avrà un rendimento di circa il 92%.

La turbina e il generatore saranno progettate e costruite per poter girare alla velocità di fuga di circa 2800 giri/min e per garantire un servizio continuo.

Essendo l'impianto realizzato su acquedotto potabile dovranno essere rispettate le seguenti specifiche particolari e i seguenti accorgimenti costruttivi:

- Girante in acciaio inox AISI 316L con certificato dell'analisi chimica delle pale
- Distributore in acciaio inox AISI 316L (o AISI 420 se alte pressioni > 350 m) con certificato di qualità del materiale
- Cassa della turbina realizzata in acciaio inox AISI 304.
- Tubo di scarico della turbina verrà realizzato in acciaio inox 304.
- Le valvole/saracinesche con guarnizioni in gomma per uso potabile.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

- Generatore avrà le scaldiglie anti condensa e lo stesso avrà una verniciatura speciale degli avvolgimenti per evitare la corrosione da parte del cloro.
- I quadri elettrici saranno realizzati in acciaio inox AISI 304.
- Il movimento dei distributori e delle valvole automatiche sarà affidato ad attuatori a 24 Vcc, evitando così l'uso di sistemi oleodinamici.
- I cuscinetti, che abbisognano di ingrassaggio, non saranno a contatto con l'acqua e comunque saranno completamente schermati e quindi impossibili le perdite di grasso.
- Tutte le guarnizioni sui giunti flangiati delle tubazioni, distributori e turbina saranno del tipo alimentare.
- Tutta la bulloneria a contatto con l'acqua sarà in acciaio inox A2, come pure tutte le staffe reggitubo ed i relativi ancoranti.
- Il tubo di alimentazione sarà realizzato in acciaio inox AISI 304.
- Le saldature delle tubazioni in sala macchine saranno eseguite con procedimento TIG con protezione interna di gas inerte (azoto) in modo da ottenere una saldatura a piena penetrazione, presentandosi all'interno senza porosità nel rispetto delle normative delle tubazioni per uso alimentare.
- La bulloneria non a contatto con l'acqua sarà in ferro zincato 8.8 ed i giunti altamente sollecitati avranno bulloneria in ferro zincato 12.9.
- Eventuali sonde o misuratori di livello, canale portacavi e giunti passacavo, staffe e ancoranti saranno realizzati in inox per evitare la corrosione da parte dell'acqua.
- Tutte le apparecchiature elettriche, quali neon, interruttori, ecc, saranno a tenuta stagna onde evitare qualsiasi infiltrazione di acqua.
- Il quadro di BT (comando e controllo) sarà realizzato con componenti elettrici ed elettronici solamente di tipo commerciale e nessun particolare dovrà essere autocostruito in modo da garantire sempre la reperibilità sul mercato, e per soddisfare la certificazione CE ed il D.M. 37/2008.
- Il software gestionale sarà realizzato specificatamente per un uso acquedottistico, con la particolarità di erogare acqua alle utenze sempre e comunque in qualsiasi situazione.
- I quadri sono equipaggiati con sistema di supervisione via GSM attivabile su qualsiasi telefono cellulare richiesto (es: Cellulare Geom. Comunale, Cellulare Op. Comunale reperibile, ecc).

Allo scopo di poter erogare la portata in concessione ad uno potabile anche durante i fuori servizio della macchina si dovrà realizzare un by-pass (smorzatore di pressione), comandato da un'elettrovalvola; il dispositivo funzionerà attraverso il programma caricato nel PLC e preleverà l'acqua a monte della spina Doble per garantire sempre garantito l'approvvigionamento dell'acqua potabile. In

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

caso di mancanza di rete del Gestore di Rete, attraverso il software di gestione, il by-pass manterrà costante la pressione nella condotta in modo da evitare lo svuotamento della stessa e per permettere poi il successivo riavvio dell'impianto nel momento del rientro dal fuori servizio della rete nazionale.

A monte della turbina e del by-pass avrà sede, presso il partitore esistente, una saracinesca in ghisa sferoidale DN100 PN 40, realizzata in 3 pezzi in acciaio inox e motorizzata con motore a 24 Vcc e accoppiata ad un giunto di smontaggio del tipo a tre flange di pari diametro. La valvola sarà garantita per chiusura sottoflusso. Il sistema, per evitare il colpo d'ariete, sarà opportunamente calcolato per permettere una chiusura della valvola in un tempo non inferiore ai 150 secondi.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche di progetto:

Portata massima	11 l/s
Salto geodetico	314,75 m
Giri di regime	1000 g/min.
Rendimento	- $Q = 0,50 \times Q_N$ $\eta \sim 80.0\%$ - $Q = 1,00 \times Q_N$ $\eta \sim 87.5\%$
Potenza meccanica massima all'asse turbina	29,70 kW

**Tabella 5: Specifiche tecniche della turbina Pelton.**

Potenza nominale generatore	30 kW
Tensione	400 V
Frequenza	50 Hz
Numero di giri	1500 giri/min
Classe d'isolamento	F
Rendimento	100% del carico $\eta \sim 92 \%$

**Tabella 6: Specifiche tecniche del generatore.**

Tutte le parti in Fe subiranno un trattamento anticorrosivo di verniciatura con una mano di fondo antiruggine ad alto contenuto di zinco inorganico e una mano di vernice epossidica a polveri della gamma RAL (trattamento tipo marino); tutta la bulloneria sarà 8.8 zincata, i bulloni a contatto con l'acqua saranno in inox A2, mentre i giunti sottoposti a elevate sollecitazioni avranno bulloneria in acciaio zincato 12.9.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 6.3 Impianto elettrico e allacciamento alla rete

### 6.3.1 Quadro di comando e controllo, telecontrollo

All'interno dell'edificio centrale è prevista la posa del quadro di comando e controllo in automatico della centrale, che è in grado di gestire la sequenza di avviamento ed arresto, il controllo e la protezione delle apparecchiature.

La gestione dei dispositivi è demandata al PLC che riceverà tutti i parametri di funzionamento, i comandi, le impostazioni, ed elaborerà i dati ed in funzione delle informazioni ricevute comanderà l'avvio e l'arresto del gruppo in modo completamente autonomo ed anche in funzione dell'acqua disponibile. Il PLC provvederà inoltre ad elaborare tutti i dati relativi alle temperature rilevate dalle sonde installate sui generatori - turbina e trasformatore ecc, in caso di allarme provvederà ad arrestare la macchina in avaria. Sul fronte dell'armadio comando si prevede venga inserito un pannello operatore con schermo DSTN, touch-screen, per la visualizzazione e la modifica dei parametri di funzionamento del gruppo. Questo permetterà di eseguire delle impostazioni di funzionamento ad esempio: visualizzare la potenza prodotta, controllare lo stato di apertura della macchina, soglie di allarme per max temperatura, livello di sfioro dell'acqua alla vasca di carico, allarmi per tempo di fuga ecc.... Lo stato dei vari interruttori e servomeccanismi sarà visualizzato dall'accensione di spie led. Sulla porta dell'armadio servizi saranno anche inseriti i contatori di energia uso UTF del tipo elettronico con totalizzatore elettromeccanico, approvati e corredati dei certificati di collaudo di legge.

Sarà realizzato un software di gestione dell'intero impianto (turbine, paratoie e sgrigliatori) per raggiungere il massimo rendimento della turbina in ogni condizione. Il quadro elettrico sarà realizzato per la supervisione via modem (eWon) oppure via rete LAN aziendale interna. Mediante l'utilizzo della funzione Web server integrata nel pannello operatore, collegando lo switch EtherNet presente nel quadro elettrico alla rete (necessaria disponibilità di indirizzo IP statico) si potranno visualizzare e/o modificare in remoto tutte le pagine con eventuali livelli di protezione password.

Tale sistema permetterà di visionare ed interagire con l'impianto come se si fosse in sala macchine utilizzando la medesima interfaccia grafica. In qualsiasi momento si potranno richiamare dati in tempo reale, dati storici ed eventi quali allarmi e/o modifiche di funzionamento completi di data e ora sia dell'avvenuto allarme che dell'avvenuto riconoscimento ed eventuale risoluzione e ripristino del problema.

La regolazione della turbina, ossia l'apertura del distributore tipo "Doble", avverrà in funzione del valore di pressione registrato dal pressostato installato sulla condotta forzata a monte del gruppo di produzione. La corrispondenza tra segnale del pressostato e portata turbinata andrà opportunamente verificato in campo e inserito nel software di gestione.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

Dato che il progetto non prevede il rifacimento della condotta forzata, non è possibile procedere alla gestione dell'impianto tramite lettura diretta del livello idrico alle vasche di carico delle opera di presa sul Rio Peniola o dell'opera di presa Darsonè DX,

### 6.3.2 Quadro di bassa tensione

I quadri di potenza saranno costruiti in carpenteria metallica modulare speciale, finemente verniciata con polveri epossidiche e ventilata, che permetterà di ottimizzare la disposizione interna degli interruttori di macchina (dispositivi di parallelo) e delle altre apparecchiature di comando e controllo nonché dei vari componenti. Il collegamento tra generatore e sezione di potenza all'interno del quadro sarà realizzato in cavo opportunamente dimensionato e steso con compensazione della reattanza di linea. L'interruttore di macchina sarà del tipo 3X400A Pi 50KA motorizzato a 24 Vcc e completo di relè elettronico di protezione speciale per generatori asincroni con soglie e tarature separate per intervento magnetico e termico. Il controllo del generatore sarà affidato a un apposito relè per le protezioni 50-50N-51-51N mentre per la protezione d'interfaccia verrà installato un apposito relè di protezione secondo la norma CEI 0-16. Un adeguato sistema di barre in rame permetterà il collegamento del generatore all'interruttore di parallelo. Tutti i passaggi dei circuiti di potenza all'interno del quadro sezione BT saranno realizzati in barre di rame opportunamente dimensionate e ventilate, dove si inseriranno i TA ed i TV per il prelievo dei segnali di corrente e tensione da inviare alla sezione di comando controllo, alle protezioni ed agli strumenti indicatori. I TA installati per il rilievo della corrente uso protezioni provvederanno anche ad alimentare i vari strumenti e convertitori di visualizzazione e misura di: potenza -corrente – potenza reattiva ecc.

All'ingresso delle barre di potenza saranno anche installati i TA e TV con segregazione per alimentare il contatore di energia attiva prodotta. La prima anta del quadro sarà dedicata al comando e controllo di tutti i circuiti ausiliari, interruttori di protezione luci e FM, caricabatterie, Acqua in centrale (allarme/blocco), Massimo livello dello scarico (allarme/blocco), Bassa pressione/livello in condotta forzata (allarme/blocco). Le logiche del PLC saranno condivise. Nel quadro saranno predisposti i circuiti ausiliari per: Prese FM 380 e 220V e partenze varie per utenze d'impianto. Sul fronte porta saranno inseriti gli strumenti di misura per controllare i vari parametri elettrici.

Tutti i cavi sia di potenza che dei servizi saranno posati separatamente in canalina ventilata o eventualmente in cunicoli già predisposti. Il comando di inserzione della batteria di rifasamento arriverà dal PLC che elabora i dati trasmessi dal convertitore di potenza reattiva posto a monte delle barre di potenza. Le capacità saranno disinserite contemporaneamente agli interruttori di parallelo, in modo di evitare pericolose sovratensioni dovute ad autoeccitazioni dei generatori asincroni. La batteria di rifasamento ad inserzione automatica, garantirà un  $\cos\phi$  di almeno 0,96 a tutti i carichi della turbina e si prevede che i condensatori siano a gas.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

### 6.3.3 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà costituito da un anello magliato posato attorno all'edificio, ad una profondità di circa 0,60 m e ad una distanza di 1 m dall'edificio; l'anello verrà realizzata con una corda di rame nudo da 35mm<sup>2</sup>. Lungo l'anello sono collocati ad una distanza regolare 4 dispersori di terra a croce (alt. 1.5 m). Le armature della struttura verranno collegate direttamente all'anello di terra tramite corde di rame nudo da 35 mm<sup>2</sup>.

Dato che la capacità di dispersione degli elementi dell'impianto dipendono dal tipo di terreno, occorrerà verifica la conformità dell'impianto con misure di resistenza di terra e andrà eventualmente adeguato al fine di rispettare i limiti imposti dalla norma vigente.

Le connessioni delle masse metalliche al collettore di terra sono del tipo N07V-K (conduttore a corda flessibile di rame ricotto stagnato o non stagnato, di classe 5 secondo Norma CEI 20-29, isolante miscela termoplastica a base di polivinilcloruro, non propagante l'incendio a bassa emissione di gas corrosivi).

### 6.3.4 Collegamenti elettrici e allacciamento alla rete

Le apparecchiature elencate ai punti precedenti saranno collegate tramite cavi di classe di tensione appropriata. Per i cavi in BT si prevede la posa di cavi antifiamma di varia sezione e formazione, di tipo normale e schermato per realizzare i collegamenti di potenza, servizi, comandi e segnali in campo.

La cessione dell'energia prodotta avverrà in bassa tensione. La connessione alla rete elettrica verrà richiesta secondo l'Allegato A alla delibera ARG/elt 99/08 (Testo integrato delle connessioni attive - TICA) - Versione integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt 179/08 e 205/08 trattandosi di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

STUDIO TECNICO PEDROLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 7 Interferenza con infrastrutture e inquadramento urbanistico

In seguito a sopralluoghi e ad indicazioni dell'ufficio tecnico comunale non si sono riscontrate nell'area dell'intervento interferenze con infrastrutture di servizio.

Per quanto riguarda l'inquadramento urbanistico dell'area dell'opera in progetto, si richiamano gli allegati al progetto di realizzazione del nuovo potabilizzatore e comunque non si ravvisano elementi che impediscano la realizzazione delle opere fuori terra costituite esclusivamente dal vano tecnico di centrale.

STUDIO TECNICO PEDROLLI	Comune di Moena	03/2016
	Realizzazione centralina idroelettrica in serie con l'acquedotto pubblico	

## 8 Valutazioni economiche

### 8.1 Preventivo sommario del costo delle opere

Si riporta di seguito la stima sommaria del costo di realizzazione delle opere.

Descrizione	Importo [€]
<u>Impianto di produzione</u> : turbina-generatore, sistema di regolazione, quadri elettrici al netto degli oneri di sicurezza e manodopera	85.000,00
Oneri della sicurezza	1.000,00
<b>1. TOTALE LAVORI</b>	<b>86.000,00</b>

### 8.2 Stima dei costi di demolizione delle opere insistenti sul demanio

La normativa prevede inoltre che si effettui una stima dei costi di demolizione delle opere che insistano anche solo parzialmente su terreni demaniali o in fasce di rispetto di corpi idrici demaniali.

Per quanto riguarda il presente progetto non risultano nuove opere insistenti su aree demaniali, le opere in aree demaniali sono già presenti e risultano a servizio dell'acquedotto potabile.

### 8.3 Tempo di rientro dell'investimento

L'analisi economica di seguito sviluppata si propone di valutare la redditività della soluzione progettuale adottata. In questa fase preliminare la valutazione dell'investimento viene effettuata attraverso il calcolo del tempo di rientro dell'investimento PBP. Il PBP rappresenta il numero di anni necessario per compensare l'investimento iniziale ed è definito come il rapporto tra l'investimento iniziale e il flusso di cassa netto annuale; tale criterio non contempla l'andamento dei flussi di cassa dopo il recupero dell'esborso iniziale e la loro attualizzazione.

La valutazione di massima della redditività dell'impianto idroelettrico tiene conto in particolare dei costi di costruzione e gestione dell'impianto nonché dei ricavi dalla vendita dell'energia. Il ricavo annuo lordo, ai sensi del DM 6 luglio 2012, è dato dalla tariffa incentivante applicata alla produzione di energia elettrica; nel presente caso la tariffa è di 219 €/MWh e il periodo di validità dell'incentivo è di 20 anni. Il ricavo lordo annuo è quindi di circa 43'500 €/anno; da questo introito, verranno detratti i costi di esercizio dell'impianto (manutenzione e canoni). Considerando quindi il costo per la realizzazione dell'impianto a meno dell'IVA e trascurando la tassazione, il tempo di rientro dell'investimento è prossimo ai 3 anni.