



Provincia Autonoma di Trento  
Comune di Scurelle  
**CENTRALINA IDROELETTRICA  
NEL COMUNE DI SCURELLE**



**APPARECCHIATURE Elettromeccaniche**

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTREMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SWS. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**RELAZIONE IDRAULICA - 35**

COMUNE DI SCURELLE (TN)

23 LUG. 2015

N° 4956 Cat. Cl. Fasc.

COMMESSA:

MDW032

ALLEGATO:

E SW RI C I 0 0 0 0 0 0 1 A

SCALA:

-

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	PRIMA EMISSIONE	ARN	06/2015	GRZ	06/2015	GRZ	06/2015

PROGETTAZIONE:

**SWS**

SWS Engineering S.p.A.  
Via della Stazione, 27 - 38123 Trento fraz. Mattarello  
Tel. +39 0461 979000 Fax +39 0461 979250  
e-mail: info@sws.it

IL PROGETTISTA:

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO  
dott. ing. FRANCO GARZON  
ISCRIZIONE ALBO N° 1648



<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b>					
	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 1 di 42

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>2. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DISPONIBILI DERIVABILI DALLA ROGGIA DA CHIEDERE IN CONCESSIONE</b>	<b>3</b>
2.1. STIMA DEL DMV .....	3
2.2. PORTATA DA RILASCIARE AL CONSORZIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO (CMF) DI SCURELLE .....	7
2.3. PORTATA DA RILASCIARE AL CONSORZIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO (CMF) DI OSPEDALETTO .....	10
2.4. PORTATA IN CONCESSIONE AL SIG. DALFOLLO PER USO AGRICOLO/IRRIGUO .....	10
2.5. PORTATA IN CONCESSIONE AL SIG. COSTA PER USO IDROELETTRICO .....	10
2.6. PORTATA IN CONCESSIONE AL SIG. ANDREATTA PER USO AGRICOLO .....	10
2.7. VALORI FINALI DI PORTATA MASSIMA E MEDIA RICHIESTI CON LA PRESENTE CONCESSIONE .....	11
<b>3. DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO DELLA NUOVA CENTRALE IDROELETTRICA</b>	<b>15</b>
<b>4. FUNZIONAMENTO DELL'OPERA DI PRESA</b>	<b>17</b>
4.1. TIRANTE NELLA VASCA DI CARICO .....	18
4.2. ANDAMENTO DEL PELO LIBERO LUNGO IL CANALE DI CARICO .....	19
4.3. DISPOSITIVI PER I RILASCI DI PORTATA NON TURBINABILE .....	20
4.3.1. Luce per il rilascio del deflusso minimo vitale (DMV) .....	21
4.3.2. Paratoia per il rilascio della portata in concessione al CB di Ospedaletto .....	22
4.3.3. Paratoia per il rilascio della portata in concessione al Sig. Costa .....	23
4.3.4. Verifiche idrauliche .....	24
4.3.5. Luce per il rilascio della portata in concessione al CMF di Scurelle .....	27
4.4. SISTEMA ADOTTATO PER IL RILASCIO DELLA PORTATA PER IL CMF DI SCURELLE A MONTE DEL CENTRO ABITATO DI SCURELLE .....	28
<b>5. SISTEMA DI RILASCIO DELLE PORTATE IN CASO DI BLOCCO CENTRALE</b>	<b>30</b>
<b>6. IDRAULICA DEL CANALE DI RESTITUZIONE</b>	<b>31</b>
<b>7. CALCOLO DEL SALTO GEODETICO DISPONIBILE</b>	<b>35</b>
<b>8. VERIFICA COLPO D'ARIETE</b>	<b>37</b>
<b>9. STRUMENTI DI MISURA</b>	<b>42</b>
9.1. DISPOSITIVI PRESSO L'OPERA DI PRESA .....	42
9.2. DISPOSITIVI PRESSO L'EDIFICIO DELLA CENTRALE .....	42

	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p> 					
<p style="text-align: center;">RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>Codice commessa MDW032</p>	<p>Fase E</p>	<p>Autore SW</p>	<p>Codifica documento RI_CI0000_001</p>	<p>Rev AD</p>	<p>Pagina 2 di 42</p>

## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono analizzati gli aspetti strettamente idraulici progettuali relativi alla nuova centrale idroelettrica sita nel Comune di Scurelle. In particolare verranno analizzati nel dettaglio i seguenti aspetti:

- Funzionamento dell'opera di presa e del canale di scarico dell'edificio della centrale dal quale si rilascia l'acqua turbinata nella roggia di Scurelle, in prossimità dello svincolo della SS 47 della Valsugana. In particolare verrà analizzato l'andamento del pelo libero presso il canale di carico della centrale "Ex lanificio Dalsasso", attraverso il quale si determinerà il tirante nella vasca di carico e, quindi, il **pelo morto superiore dell'impianto**. Verrà poi descritta la realizzazione di una luce a battente per il rilascio del DMV (80 l/s) e verrà descritto il funzionamento di 2 paratoie che saranno azionate per il rilascio nella roggia della portata richiesta dal Consorzio di Miglioramento Fondiario di Ospedaletto (nel caso in cui sia concessa la portata irrigua richiesta), nonché la portata in concessione al Sig. Costa; infine, per quanto riguarda la portata richiesta dal Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle di 10 l/s, essa verrà rilasciata in pressione, più a valle, da un pozzetto posto lungo la condotta forzata come da richiesta del CMF medesimo;
- Sistema di rilascio della portata turbinata, analisi dei livelli idrici in centrale e definizione del **pelo morto inferiore dell'impianto**;
- Funzionamento del sistema di emergenza di smaltimento della portata, in caso di blocco della centrale;
- Verifica idraulica della condotta, determinazione delle perdite di carico e verifica del colpo di ariete.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 3 di 42

## 2. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DISPONIBILI DERIVABILI DALLA ROGGIA DA CHIEDERE IN CONCESSIONE

Per la stima delle portate turbinabili presso la nuova centrale del Comune di Scurelle si considerano le portate massime e medie attualmente concesse alla centrale ex-lanificio "Dalsasso", ovvero:

- $Q_{med}=950$  l/s
- $Q_{max}= 1100$  l/s

A tale valore è lecito aggiungere il contributo della portata della sorgente che scaturisce nella p.ed. 392 del Comune catastale di Scurelle e che viene utilizza dalla Cartiera per uso industriale. I quantitativi di portata di concessione sono pari a  $Q_{media}=18$  l/s e  $Q_{max}41,7$  l/s, per tutto l'arco dell'anno.

Tuttavia, a valle dell'opera di presa presso l'ex-lanificio "Dalsasso", devono essere necessariamente garantiti alcuni quantitativi d'acqua nella roggia, ovvero:

- $Q= 80$  l/s per il DMV nella roggia per tutto l'arco dell'anno
- $Q=300$  l/s per il funzionamento della centralina idroelettrica del Sig. Costa, ogni martedì e venerdì, per 8 h/giorno (concessione n° R/0216)
- $Q_{media}=100$  l/s ( $Q_{max}=147$  l/s) per il Consorzio Miglioramento Fondiario (CMF) di Ospedaletto (Domanda ancora pendente), dal 15/04 al 30/09
- La portata di 10 l/s del Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle, rilasciata in pressione, più a valle, da un pozzetto posto lungo la condotta forzata come da richiesta del CMF medesimo.

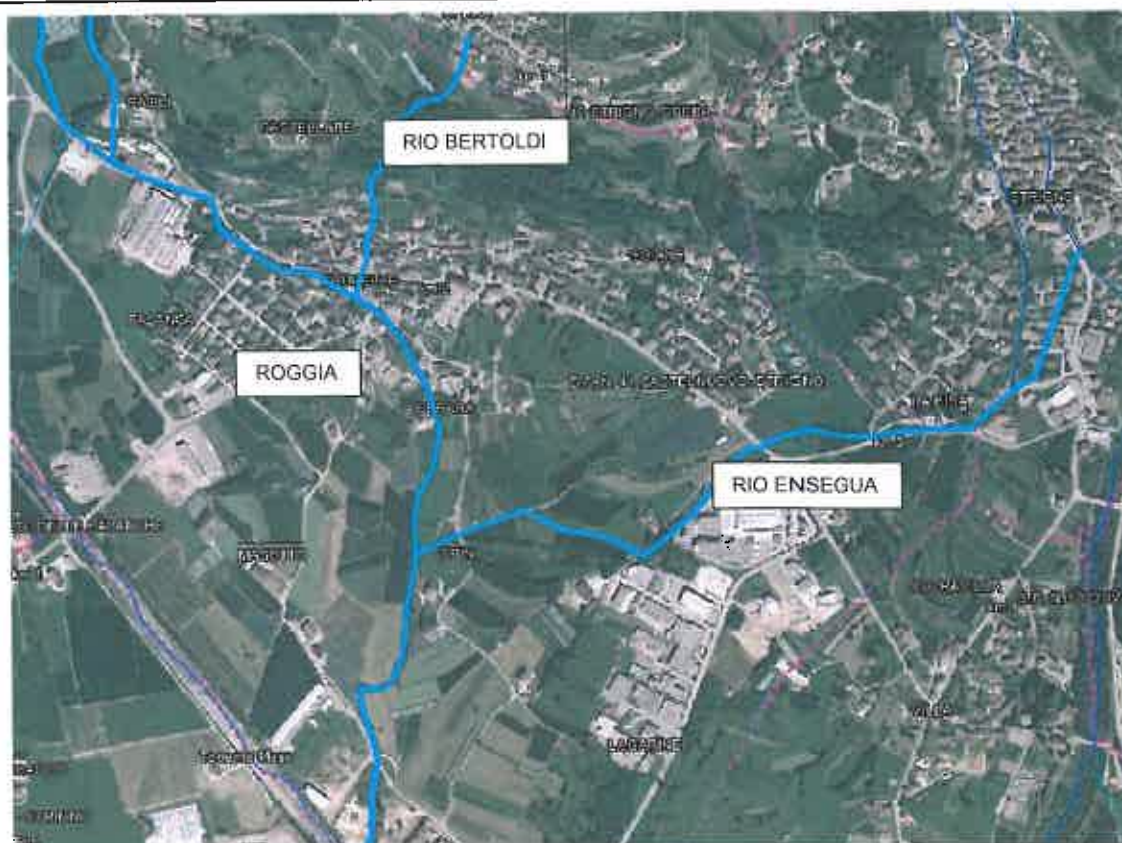
### 2.1. STIMA DEL DMV

In riferimento al valore di **DMV**, esistono due documentazioni che ne definiscono un valore di base.

Il "Verbale della visita sopralluogo di istruttoria" della domanda di derivare dal Torrente Maso per mezzo della roggia industriale di Scurelle ad uso elettrico del Sig. Bressanini, redatto in data 08/07/2003, riporta la richiesta da parte del Parere Faunistico della PAT secondo il quale la salvaguardia della fauna ittica può essere ottenuta rilasciando in alveo della roggia una portata di rispetto di circa **80 l/s**. Tale valore è richiesto anche dall'APPA per evitare emanazioni maleodoranti che si verrebbero a formare nel caso di roggia quasi prosciugata; nella concessione del Sig. Bressanini (n° R/0104, in data 17/12/2003), invece, è espresso l'obbligo di rilascio di **100 l/s** a valle dell'opera di presa per garantire un habitat confortevole alla fauna ittica; si è ritenuto opportuno quindi determinare un valore di continuità idrica congruo a queste due prescrizioni; è stata effettuata un'analisi in campo il giorno 07/03/2012 per definire l'apporto idrico del Rio Bertoldi ed il Rio Ensegua, che confluiscono entrambi nella roggia di Scurelle.



	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>Codice commessa</b> MDW032	<b>Fase</b> E	<b>Autore</b> SW	<b>Codifica documento</b> RI_CIO000_001	<b>Rev</b> AD	<b>Pagina 4 di 42</b>




*Figura 2-1: localizzazione e confluenza nella roggia del Rio Bertoldi e del Rio Ensegua*

Il **Rio Bertoldi** nasce nel Comune di Spera, scende lungo il versante da un canale artificiale a gradoni in cemento e la portata transitante viene infine convogliata nella roggia, tramite un canale intombato, in corrispondenza della piazza del Comune.

Il **Rio Ensegua** nasce a sud del Comune di Strigno e confluisce nella roggia dopo il Rio Bertoldi, nella località "Spin" dell'area agricola di Scurelle.

Durante il sopralluogo si sono stimate le portate nei due Rii, in funzione della velocità della corrente e dell'area della sezione bagnata. È lecito affermare che il Rio Bertoldi era caratterizzato da una portata di circa 3 l/s, mentre la portata misurata nel Rio Ensegua è stata pari a circa 14 l/s.

La portata complessiva in arrivo dai due Rii calcolata in campo è quindi di **17 l/s**. Di seguito si propone una documentazione fotografica del regime idraulico riscontrato durante il sopralluogo.

<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<p align="center"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p align="center"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>						
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 5 di 42	



*Foto 2-1: Rio Bertoldi: configurazione presso la sorgente (Q calcolata=3 l/s)*



*Foto 2-2: Rio Bertoldi: canale cementato presente nella parte alta del centro abitato di Scurelle, prima del suo ritombamento al di sotto della piazza (Q calcolata=3 l/s)*



<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 6 di 42



*Foto 2-3: Rio Ensegua: canale artificiale che transita nell'area agricola a sud del centro abitato di Scurelle (Q calcolata=14 l/s)*



*Foto 2-4: Rio Ensegua: confluenza nella roggia di Scurelle, in località "Spin" (Q calcolata=14 l/s).*



	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 7 di 42

E' bene sottolineare il fatto che il sopralluogo è avvenuto in un periodo caratterizzato da forte siccità, infatti l'intero inverno 2012 non è stato interessato da rilevanti fenomeni nivologici o piovosi. Quindi, le portate in arrivo dai due Rii, in condizioni meteo normali, saranno sicuramente superiori rispetto ai 17 l/s calcolati durante il sopralluogo.

A seguito delle osservazioni riportate precedentemente, il nuovo valore di continuità idrica proposto nella presente domanda di concessione è di 80 l/s, in virtù del fatto che il Rio Bertoldi ed il Rio Ensegua garantiscono una portata supplementare nella roggia dell'ordine dei 20 l/s.

Gli 80 l/s di DMV verranno rilasciati tramite luce a battente senza presidio presso la vasca di carico dell'opera di presa del nuovo impianto, nell'Ex-lanificio "Dalsasso".

## 2.2. PORTATA DA RILASCIARE AL CONSORZIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO (CMF) DI SCURELLE


Il Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle (CMF) è titolare della concessione n° R/2611 sulla roggia di Scurelle e deriva per uso irriguo una portata complessiva di **170 l/s**, suddivisi in 60 l/s dalla parte alta del Comune catastale di Scurelle (a monte della Cartiera) e 110 l/s dalla parte bassa della roggia (a valle del nucleo abitato).

Il periodo di derivazione va dal 15/04 al 30/09 e la scadenza della concessione è il 31/12/2018.

Recentemente il CMF ha stipulato una convenzione con il Comune di Scurelle, a seguito di una rivalutazione della portata necessaria per uso irriguo con nuovo sistema a goccia. Le esigenze irrigue sono risultate inferiori a quelle attuali e quindi il CMF acconsente di ridurre il quantitativo di portata di concessione per uso irriguo della parte bassa del Comune Catastale di Scurelle, da 110 l/s a 10 l/s.

La differenza tra la portata attualmente derivata (110 l/s) dal CMF nella parte bassa del Comune catastale di Scurelle per uso agricolo e la portata ridotta richiesta con la nuova domanda di modifica del titolo a derivare (10 l/s), pari quindi a 100 l/s nel periodo 15/04-30/09, verrà inclusa nel valore di portata turbinabile nella presente domanda di concessione.

Nella parte alta della roggia di Scurelle, invece, il CMF ha bisogno di tutta la portata derivabile per uso irriguo, pari a 60 l/s dal 15/04 al 30/09. Per la suddetta captazione di monte, però, il CMF ha richiesto al Comune una variazione del metodo di derivazione dell'acqua. In particolare, un quantitativo di portata pari a 10 l/s viene derivata dalla roggia mediante un'apposita fessura ricavata nell'opera di presa, mentre i rimanenti 50 l/s vengono dapprima convogliati nella condotta forzata della nuova centrale idroelettrica di proprietà del Comune e successivamente restituiti al Consorzio tramite sistema di spillamento intermedio in pressione, con pozzetto ispezionabile di dimensioni 3x3 m, localizzato nella p.f. 222/1 del Comune catastale di Scurelle (n° 343), alla quota di circa 389.8 m s.l.m. Questo prelievo in pressione garantisce l'eventuale irrigazione anche della zona bassa del comprensorio irriguo, che ha a disposizione 10 l/s da prelevare dalla roggia a valle

	<div>  </div> <div> CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE  PROGETTO ESECUTIVO </div>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 8 di 42

del nucleo abitato di Scurelle. Il sistema di spillamento sarà dotato di misuratore volumetrico, in modo da potere misurare annualmente gli effettivi quantitativi d'acqua spillati.

<b>SWS™</b>	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 9 di 42

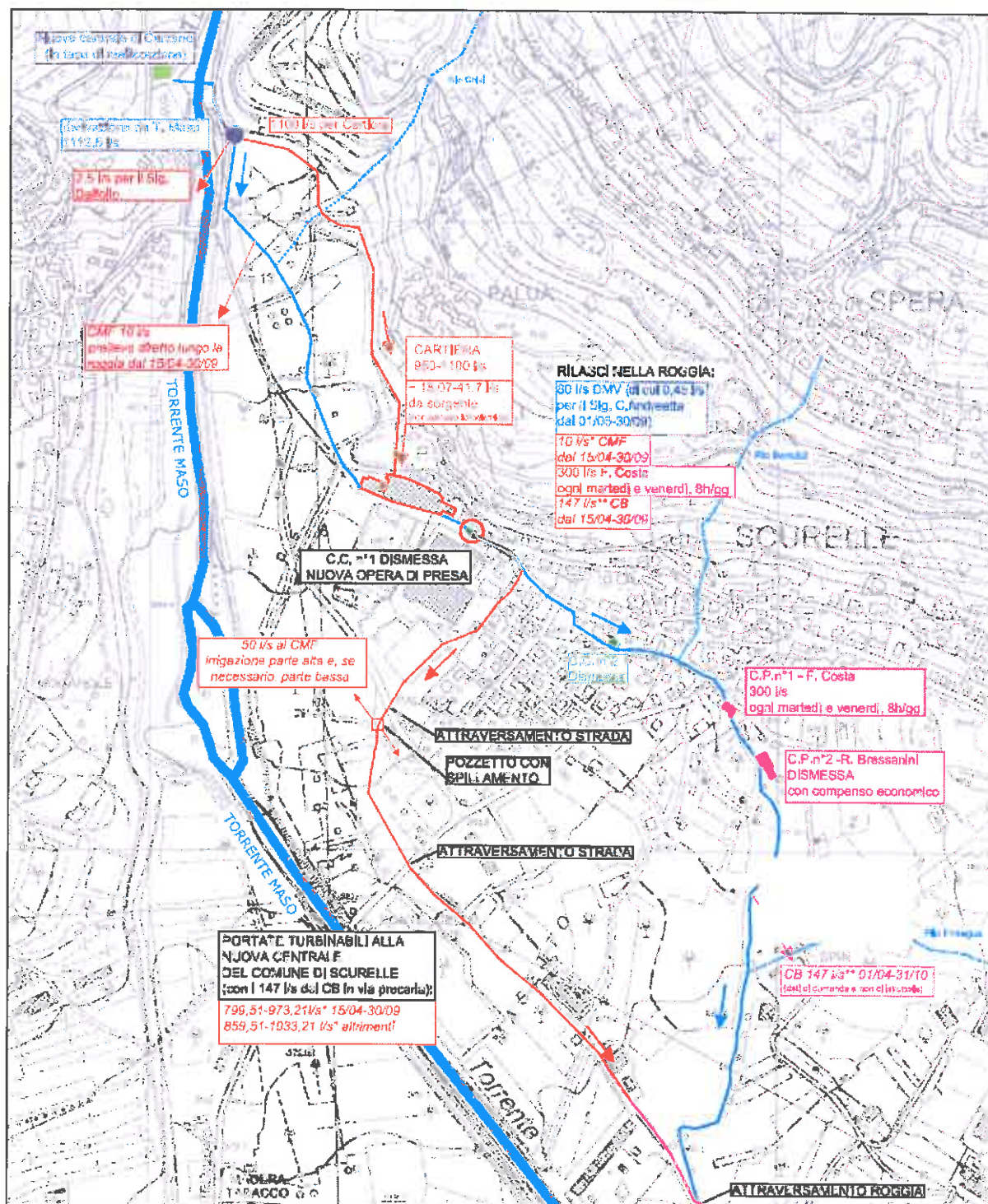


Figura 2-2: schema della derivazione per uso irriguo del CMF per la parte alta di Scurelle (10 l/s direttamente dalla roggia e 50 l/s da pozzetto con spillamento. Portata richiesta a valle dell'opera di presa della nuova centrale pari a 10 l/s.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CIO000_001	Rev AD	Pagina 10 di 42

### 2.3. PORTATA DA RILASCIARE AL CONSORZIO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO (CMF) DI OSPEDALETTO

Il Consorzio Brentale di Ospedaletto ha presentato domanda all'APRIE per una nuova concessione per derivare per uso irriguo da aprile ad ottobre dalla Roggia di Scurelle (subito a valle della 4° centralina idroelettrica, di proprietà del Sig. Bressanini), così composta:

- Portata media  $Q = 100 \text{ l/s}$ ;
- Portata massima  $Q = 147 \text{ l/s}$ .

Questi valori di portata sono dati che si riferiscono alla domanda e pertanto non ancora concessi (la pratica è in istruttoria).

**Dato che la domanda risulta ancora pendente, per il momento i 100 l/s di portata media da rilasciare nella Roggia vengono richiesti in via precaria dal Comune nella presente domanda di concessione.**

Per poter in futuro garantire al CMF Brentale di Ospedaletto la portata d'acqua irrigua richiesta, si prevede l'installazione di una paratoia per il rilascio al massimo dei 147 l/s, da aprile ad ottobre, presso l'opera di presa della nuova centrale. La portata spettante al CMF verrà regolarmente rilasciata nella roggia nel momento in cui il Consorzio Brentale di Ospedaletto terminerà l'iter autorizzativo di concessione, otterrà l'istruttoria e terminerà i lavori di realizzazione dell'impianto di irrigazione.

### 2.4. PORTATA IN CONCESSIONE AL SIG. DALFOLLO PER USO AGRICOLO/IRRIGUO

A monte della centrale della Cartiera, alla vasca dove ha origine la canaletta di proprietà della Cartiera, vi è il rilascio di una portata di **2,5 l/s** in concessione al sig. Dalfollo per tutto l'anno per uso agricolo/irriguo.

### 2.5. PORTATA IN CONCESSIONE AL SIG. COSTA PER USO IDROELETTRICO


Presso la vasca di carico nell'Ex - lanificio "Dalsasso" si deve prevedere anche il rilascio di 300 l/s, ogni martedì e venerdì, per 8 h al giorno. Tale portata corrisponde alla derivazione in concessione al Sig. Costa per uso idroelettrico (prat. R/0216). Tale rilascio corrisponde a un valore medio annuo di **28,49 l/s**.

### 2.6. PORTATA IN CONCESSIONE AL SIG. ANDREATTA PER USO AGRICOLO

Il Sig. C. Andreatta può derivare dalla roggia una portata massima di 0,45 l/s da 01/06 al 30/09, per uso agricolo (innaffiamento orto/giardino e verde privato). Il valore di portata media annua di concessione è pari a 0,01 l/s.

Visto che il Sig. Andreatta preleva un quantitativo d'acqua molto modesto (solo durante il periodo estivo) la portata massima di 0,45 l/s di concessione si considerano inclusi nei 80 l/s di DMV, rilasciati nella roggia a valle della nuova opera di presa attraverso una luce a battente.



<b>SWS<sup>TM</sup></b>	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE					
	PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 11 di 42

## 2.7. VALORI FINALI DI PORTATA MASSIMA E MEDIA RICHIESTI CON LA PRESENTE CONCESSIONE

In seguito a quanto detto nei paragrafi precedenti si definisce, in modo schematico, lo scenario che si prospetta presso l'opera di presa della nuova centrale idroelettrica del Comune di Scurelle.

L'acqua in arrivo della Cartiera che può essere derivata e turbinata nella nuova centrale è costituita da due contributi:

Tabella 2-1: valori di portata in arrivo all'opera di presa

FONTE	Q media (l/s)	Q max (l/s)
Da cartiera	950	1100
Da sorgente	18	41,7
<b>TOTALE IN ARRIVO</b>	<b>968</b>	<b>1141,7</b>

Le portate da rilasciare nella roggia, tramite paratoie e luci a battente, sono schematizzate nella tabella seguente. Nel valore di 80 l/s per il DMV è inclusa anche la portata che il Sig. Andreatta deriva nei mesi estivi presso la p.ed..389/1 per uso privato agricolo.

Tabella 2-2: valori di portata da rilasciare nella roggia presso l'opera di presa della nuova centrale

PERIODO	Q DMV (l/s)	Q CMF parte bassa (l/s)	Q CMF da spillamento (l/s)	Q Sig. Costa (l/s)	Q totale da rilasciare in roggia (l/s)
01/04-14/04	80	0	0	28,49	<b>108,49</b>
15/04-30/09	80	10	50	28,49	<b>168,49</b>
01/10-31/12	80	0	0	28,49	<b>108,49</b>

**Si sottolinea come la portata d'acqua per uso irriguo a favore del CMF Brentale di Ospedaletto è richiesta in via precaria dal Comune nella presente domanda di concessione, dato che la richiesta del Consorzio risulta ancora pendente.**

In definitiva si calcolano le portate medie e massime mensili da richiedere con la nuova domanda di concessione, che sono specificate nelle tabelle seguenti.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	

*Tabella 2-3: portate medie mensili per nuova domanda di concessione per uso idroelettrico*

(\*) Il valore medio di portata per il Sig. Costa (28,49 l/s) corrisponde ad una derivazione reale di 300 l/s ogni martedì e venerdì, per 8 h/giorno

MESE	+Q <sub>media</sub> Maso [l/s]	+Q <sub>media</sub> sorgente cartiera [l/s]	-Q <sub>media</sub> derivazioni a monte Cartiera [l/s]	Q <sub>media</sub> Cartiera [l/s]	-Q DMV [l/s]	-Q CMF zona bassa [l/s]	-Q CMF spillamento [l/s]	-Q Costa* [l/s]	Q <sub>media</sub> nuova concessione [l/s]
Gennaio	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
Febbraio	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
Marzo	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
01-14 aprile	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
15-30 aprile	962,5	18	12,5	968	80	10	50	28,49	799,51
Maggio	962,5	18	12,5	968	80	10	50	28,49	799,51
Giugno	962,5	18	12,5	968	80	10	50	28,49	799,51
Luglio	962,5	18	12,5	968	80	10	50	28,49	799,51
Agosto	962,5	18	12,5	968	80	10	50	28,49	799,51
Settembre	962,5	18	12,5	968	80	10	50	28,49	799,51
Ottobre	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
Novembre	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
Dicembre	962,5	18	12,5	968	80	0	0	28,49	859,51
VALORE MEDIO DI Q <sub>media</sub> DI CONCESSIONE [l/s]									831,82

**Il valore medio di portata media di concessione è pari a 831,82 l/s.**

Questa portata sarà utilizzata per il calcolo della produzione media dell'impianto e, di conseguenza, su tale valore verrà sviluppata l'analisi costi-benefici per determinare il tempo di rientro dell'investimento per la nuova centralina del Comune di Scurelle.

<b>SWS™</b>	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>						
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 13 di 42	

*Tabella 2-4: portate massime mensili per nuova domanda di concessione per uso idroelettrico*

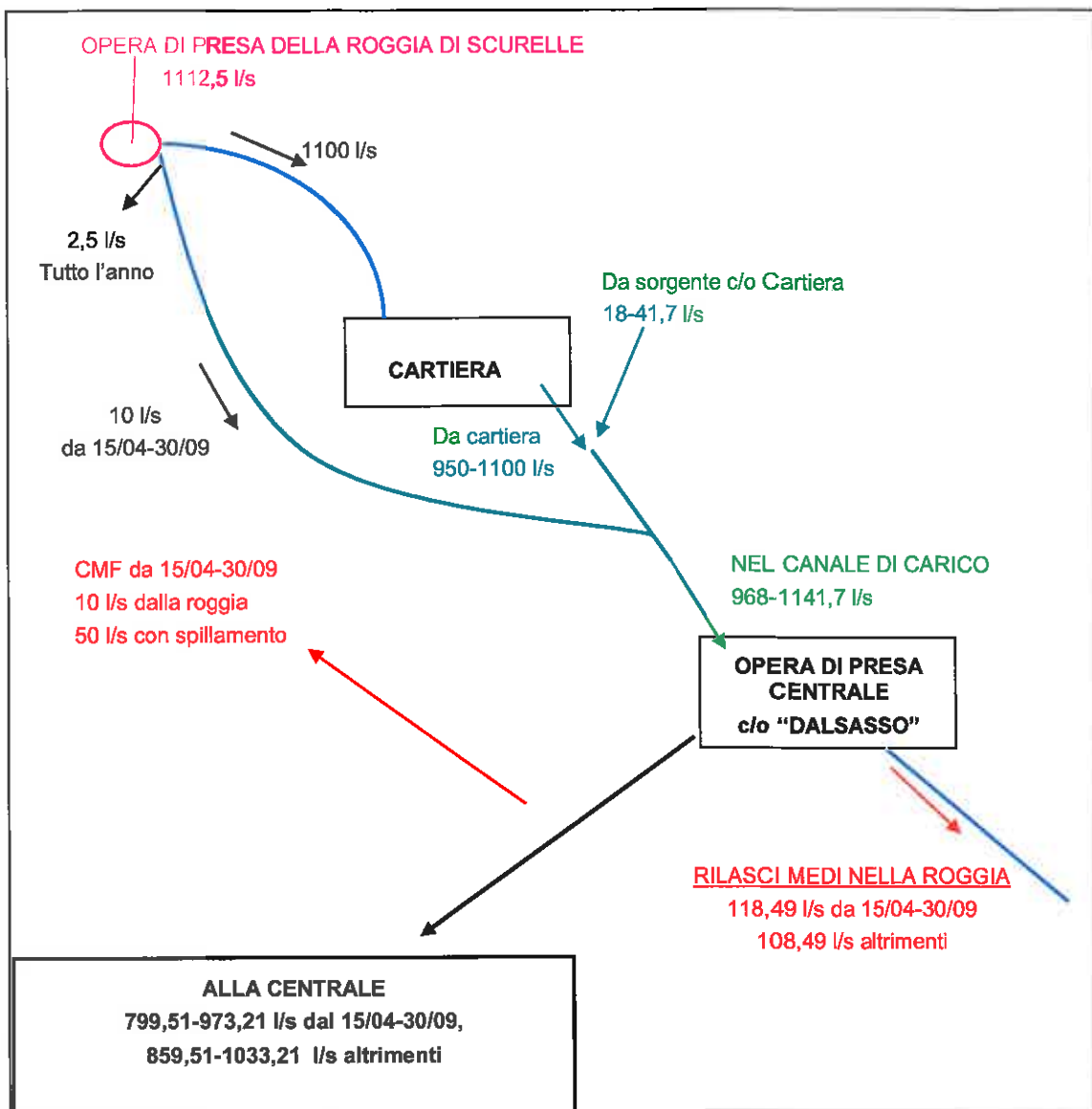
*(\*) Il valore medio di portata per il Sig. Costa (28,49 l/s) corrisponde ad una derivazione reale di 300 l/s ogni martedì e venerdì, per 8 h/giorno*

MESE	+Q <sub>max</sub> Maso [l/s]	+Q <sub>max</sub> sorgente cartiera [l/s]	-Q <sub>max</sub> derivazioni a monte Cartiera [l/s]	Q <sub>max</sub> Cartiera [l/s]	-Q DMV [l/s]	-Q CMF zona bassa [l/s]	-Q CMF spillamento [l/s]	-Q Costa* [l/s]	Q <sub>max</sub> nuova concessione [l/s]
Gennaio	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
Febbraio	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
Marzo	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
01-14 aprile	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
15-30 aprile	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	10	50	28,49	973,21
Maggio	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	10	50	28,49	973,21
Giugno	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	10	50	28,49	973,21
Luglio	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	10	50	28,49	973,21
Agosto	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	10	50	28,49	973,21
Settembre	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	10	50	28,49	973,21
Ottobre	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
Novembre	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
Dicembre	1.112,5	41,7	12,5	1.141,7	80	0	0	28,49	1.033,21
<b>VALORE MEDIO DI Q<sub>max</sub> DI CONCESSIONE [l/s]</b>									<b>1.005,52</b>

Il valore massimo assoluto turbinabile in centrale si ha nel caso in cui il Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle non ha bisogno di derivare acqua dalla roggia per uso irriguo e quando la centralina privata del Sig. Costa non è in funzione (tutti i giorni della settimana, tranne martedì e venerdì).

Ne consegue che il valore massimo assoluto di portata in arrivo alla turbina è pari a

$$\underline{1100+41,7-80=1061,7 \text{ l/s}}$$





	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p> 					
<p style="text-align: center;">RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>Codice commessa MDW032</p>	<p>Fase E</p>	<p>Autore SW</p>	<p>Codifica documento RI_CI0000_001</p>	<p>Rev AD</p>	<p>Pagina 15 di 42</p>

### 3. DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO DELLA NUOVA CENTRALE IDROELETTRICA

Viene di seguito descritto il sistema di funzionamento della nuova centrale idroelettrica.

1. Opera di presa: si prevedere di utilizzare la presa esistente e sottopassare la strada adiacente per portarsi verso sud con un lungo tratto interrato, aggirando un grande capannone industriale; questo tratto nel Progetto definitivo era invece posto in buona parte all'interno del sedime della roggia esistente;
2. Tratto di percorso interrato: da quel punto in poi la condotta esce piazzale industriale e prosegue interrata nell'area agricola parzialmente urbanizzata, fino al punto di posizionamento della nuova centrale, in corrispondenza dello svincolo della statale 47 della Valsugana;
3. Centrale idroelettrica e canale di restituzione: le acque turbinate verranno restituite alla roggia del depuratore tramite un canale di restituzione e dopo un percorso di circa 2 km confluiranno al fiume Brenta.

Di seguito ognuno dei punti soprariportati sarà analizzato nel dettaglio e saranno riportate le verifiche idrauliche del sistema, in particolare:

- Individuazione del pelo morto superiore;
- Verifica idraulica delle perdite allo sgrigliatore, e del funzionamento dello sfioratore in corrispondenza dell'opera di presa;
- Individuazione e verifica idraulica del sistema di rilascio delle acque non turbinate: DMV, CMF di Scurelle, CMF di Ospedaletto, portata in concessione del sig. Costa;
- Idraulica del canale di restituzione;
- Individuazione e verifica idraulica del sistema di rilascio di emergenza delle acque in caso di blocco della centrale;
- Verifica idraulica delle perdite di carico della condotta.

Le caratteristiche della condotta adottate sono riassunte nella tabella seguente:

<b>SWS<sup>®</sup></b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> 					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CIO000_001	Rev AD	Pagina 16 di 42

*Tabella 3-1: caratteristiche principali della condotta forzata d'adduzione alla nuova centrale di Scurelle*

CONDOTTA INTERRATA Progressive 0.000 - 18.910	Materiale	ACCIAIO	
	DN	1000	mm
	SN	10.000	Pa
	PN	10	bar
	D interno netto	1000	mm
	Lunghezza	18.910	mm
CONDOTTA INTERRATA Progressive 18.910– 2114.566	Materiale	PRFV	
	DN	1000	mm
	SN	5.000	Pa
	PN	6	bar
	D interno netto	986,6	mm
	Lunghezza	2095.656	mm

NOTA: in corrispondenza degli attraversamenti di strade e piazzali da parte della condotta forzata, sarà posata una tubazione in **PRFV DN1000 SN10000 PN6**. Il tratto di applicazione di tale tipologia di tubazione è di 360 m circa.

<b>SWS™</b>	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 17 di 42

#### 4. FUNZIONAMENTO DELL'OPERA DI PRESA

Nei paragrafi seguenti viene descritto il funzionamento dell'opera di presa, in particolare si è calcolato il tirante nella vasca di carico (che corrisponde al pelo morto superiore dell'impianto) e si è effettuato il dimensionamento dei dispositivi per il rilascio delle portate richieste come DMV, le portate in concessione al CMF di Scurelle, le portate richieste dal CMF di Ospedaletto, ed al Sig. Costa.

La nuova configurazione di progetto prevede lo spostamento verso monte della griglia con sgrigliatore automatico, posizionandoli subito prima dello sfioratore laterale di troppo pieno esistente (attualmente la griglia è localizzata subito dopo la paratoia di scarico esistente). Inoltre si prevede di ricoprire con una rete metallica di protezione l'intera area dell'opera di presa che va dalla griglia sopracitata fino all'edificio esistente dove si localizzerà la vasca di carico. In questo modo s'intende proteggere l'area subito a valle dello sgrigliatore da eventuali cadute o lanci di oggetti, prevenendo il pericolo di accumuli di rifiuti nel tratto tombato della roggia di Scurelle, dove si prevede la posa della condotta forzata.


L'attuale sfioratore laterale di troppo pieno (Figura 4-1), leggermente modificato per adattarsi alla nuova situazione, verrà utilizzato come opera di presa: l'acqua in arrivo nel canale di carico sfiorerà nella nuova vasca di carico costruita al posto dell'attuale canale di troppo pieno, mentre le portate rilasciate usciranno da tre luci distinte ricavate nel nuovo setto posto alla fine del canale di carico.



*Foto 4-1: vista del canale di carico e dello sfioratore laterale che verrà utilizzato*





<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b>						
	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 19 di 42	

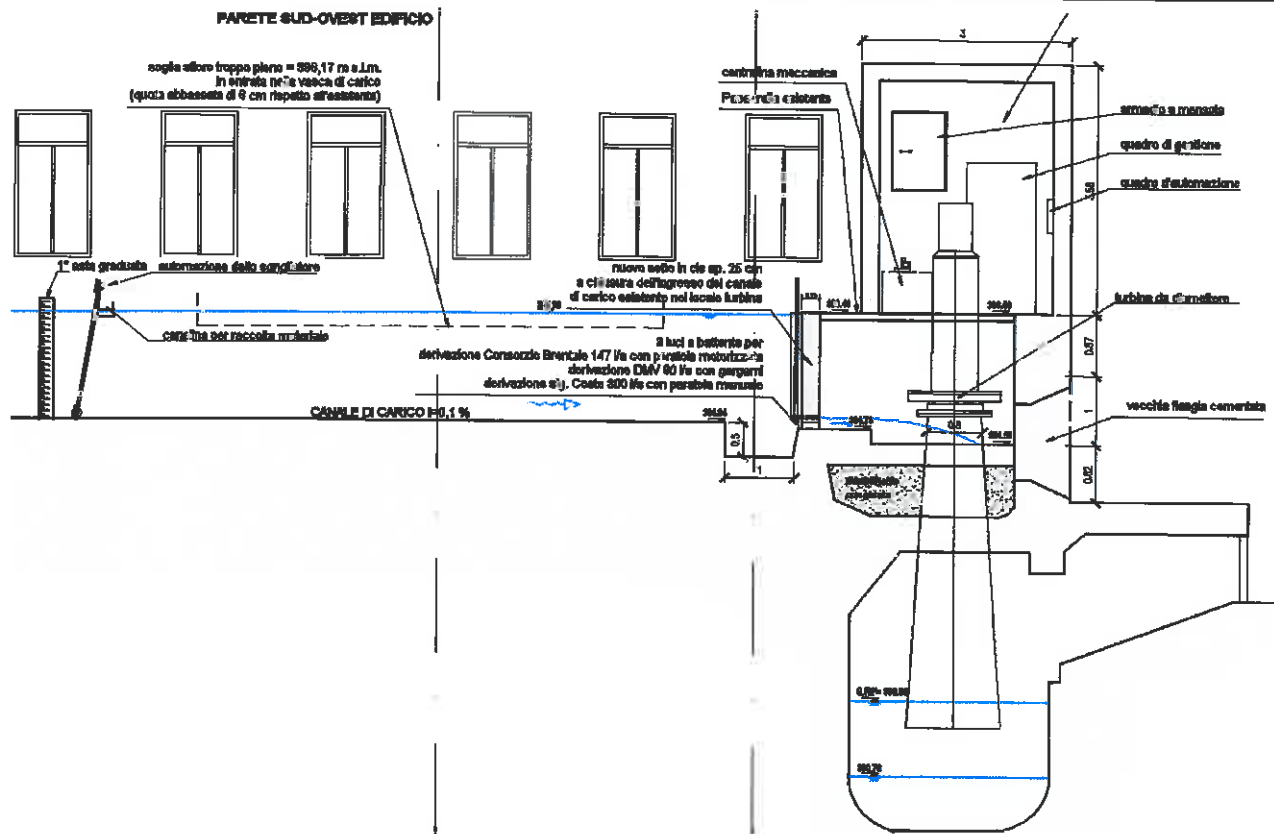


Figura 4-2: configurazione di progetto della centrale comunale Ex lanificio "Dalsasso" che verrà dismessa e sarà utilizzata come canale di carico per la nuova centrale.

#### 4.2. ANDAMENTO DEL PELO LIBERO LUNGO IL CANALE DI CARICO

Lo sfioratore laterale per la captazione delle portata turbinabile ha lunghezza di 6,68 m e quota dello stramazzo in parete sottile di 396,17 m s.l.m.

Al fine di stimare la portata in ingresso dalla bocca di presa è anzitutto necessario fissare la quota di sfioro. A tal fine è stato implementato un codice numerico che sfrutta l'equazione dello stramazzo

$$Q = 0,41 \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_0^{3/2}$$

e adotta l'ipotesi di De Marchi (lungo lo stramazzo laterale l'energia totale si mantiene costante). Fissata la quota di sfioro e nota la geometria della sezione trasversale dell'alveo, è possibile ricavare l'andamento del profilo di corrente lungo lo stramazzo stesso, e, di conseguenza, la portata derivata.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 20 di 42

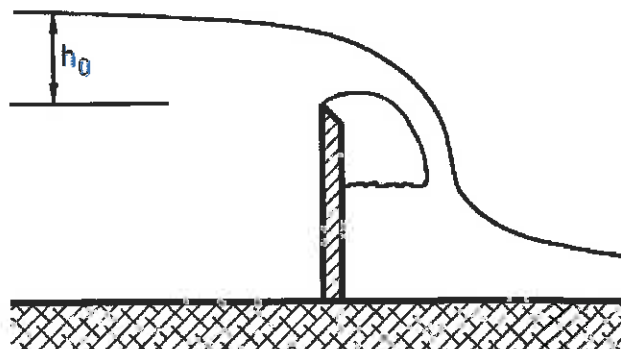


Figura 4-3: schema del deflusso da stramazzo in parete sottile

Il codice numerico è stato utilizzato per le diverse portate in arrivo e per le diverse combinazioni di rilascio delle portate. Poiché la quantità di moto dipende anche dalla portata passante oltre lo stramazzo, e d'altra parte anche le portate in uscita dalle luci del rilascio dipendono dal tirante finale nella vasca di carico, il problema è stato risolto iterativamente fino alla convergenza.

Il tirante  $h_0$  sullo stramazzo nella sezione terminale risulta pari a 21 cm nel caso di transito della portata massima e 10 cm per la portata media. Il tirante nella sezione iniziale risulta leggermente minore poiché si tratta di corrente a moto lento, ma le differenze sono dell'ordine di qualche millimetro. Nel capitolo 4.3.4 si riportano tutte le condizioni idrauliche considerate e la tabella dei risultati delle verifiche.

#### 4.3. DISPOSITIVI PER I RILASCI DI PORTATA NON TURBINABILE

Alla fine del canale di carico verranno installate una luce a battente non presidiata e due luci a battente con paratoie, che permetteranno il rilascio della continuità idrica nella roggia, delle portate in concessione al CB di Ospedaletto (al momento ancora pendente la domanda di concessione) e al Sig. Costa.

La continuità idrica nella roggia (80 l/s) viene garantita da una luce (che consiste in un buco nel nuovo setto in fondo al canale, in modo da non poter essere in alcun modo ridotta la portata uscente, se non con un apposito sistema di carpenteria metallica utilizzabile per la manutenzione).

La portata in concessione al Sig. Costa viene scaricata nella roggia tramite una nuova paratoia movimentata con servomotore elettrico e sarà automatizzata tramite installazione di un nuovo quadro di gestione da installare nel locale sovrastante la vasca di carico. In casi eccezionali, però, tale paratoia potrà essere regolata anche manualmente, sia dal gestore del nuovo impianto idroelettrico comunale, che dagli addetti del Consorzio di Miglioramento Fondiario di Ospedaletto. La regolazione di questo dispositivo idraulico potrà essere fatta all'interno dell'attuale "locale turbina" della centralina "Dalsasso" (che verrà in seguito dismessa) e quindi ai gestori e agli addetti abilitati verranno fornite le chiavi d'accesso al locale e le chiavi dei lucchetti di protezione della paratoia stessa.

La luce con gargami che garantirà il deflusso della portata richiesta dal Consorzio Brentale sarà aperta o chiusa mediante l'uso di panconi da parte di addetti del Consorzio.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 21 di 42

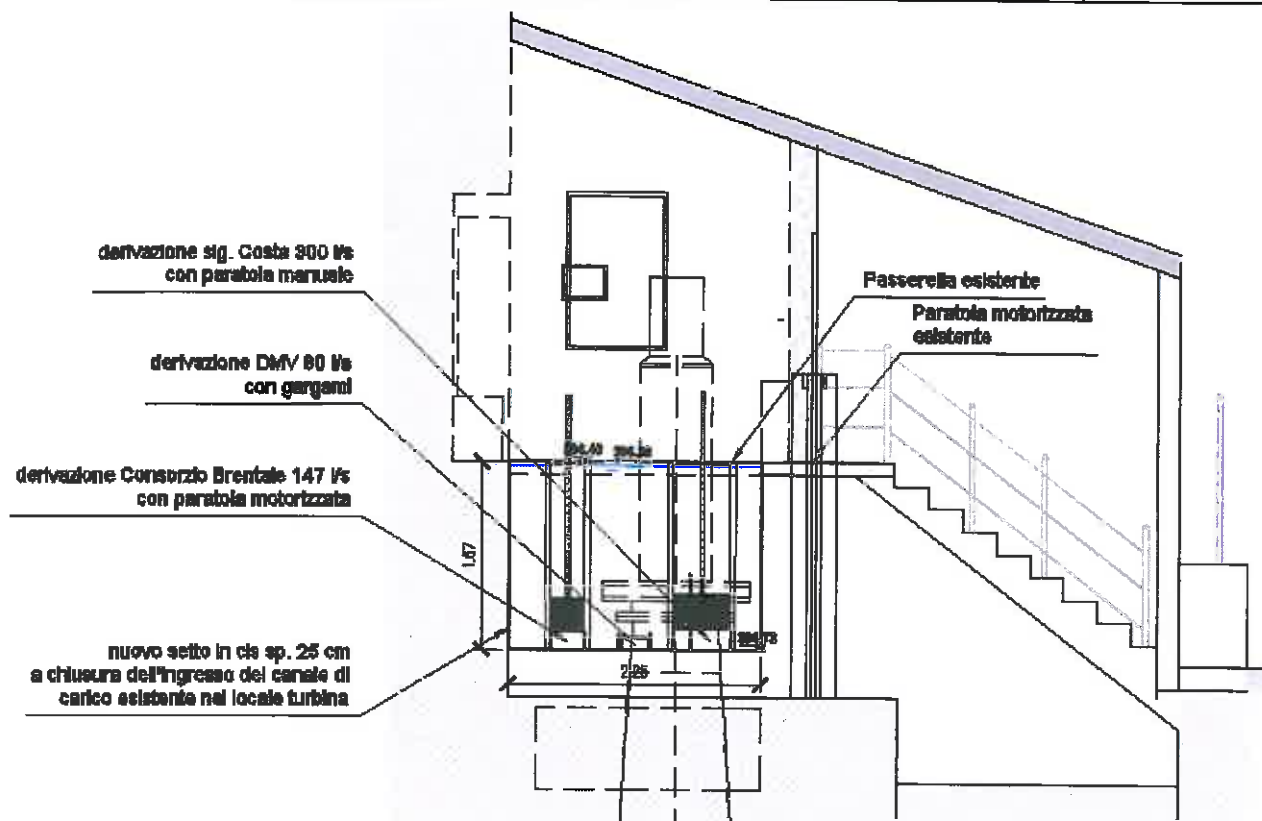


Figura 4-4: vista delle aperture con paratoia per il rilascio per il Sig. Costa, per CB di Ospedaletto, e della luce per il DMV in fondo al canale di carico.

#### 4.3.1. Luce per il rilascio del deflusso minimo vitale (DMV)

Il DMV che viene garantito nella roggia a valle dell'opera di presa è pari ad 80 l/s.

Durante i mesi estivi, gli 80 l/s subiranno una leggera riduzione di 0,45 l/s, pari al prelievo in concessione al Sig. C. Andreatta presso la p.ed. 389/1 dal 01/06 al 30/09 per uso agricolo e innaffiamento giardino.

Il dispositivo di rilascio proposto consiste in una luce fissa costituita da un foro nel nuovo setto, di dimensioni 24 x 10,2 cm. Il getto dell'acqua che fuoriesce sarebbe influenzato dallo spessore delle pareti, in quanto in condizioni di "parete grossa" la vena contratta si adagia sulla parete, dove viene a formarsi un moto secondario di ricircolo, quindi si è pensato di evitare la contrazione di vena in parete grossa con la realizzazione della sezione effettiva della luce (dimensioni 24 x 10,2 cm) tramite una lamiera di spessore 1 cm da fissare superiormente sul lato esterno del muro.

Su tre lati della lamiera viene saldato un piccolo profilo che servirà, eccezionalmente, a posare davanti al foro un'altra lamiera in modo da impedire il momentaneo deflusso dell'acqua verso l'esterno della vasca di carico, in caso di manutenzione.

<b>SWS</b> <sup>TM</sup>	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CIO000_001	Rev AD	Pagina 22 di 42

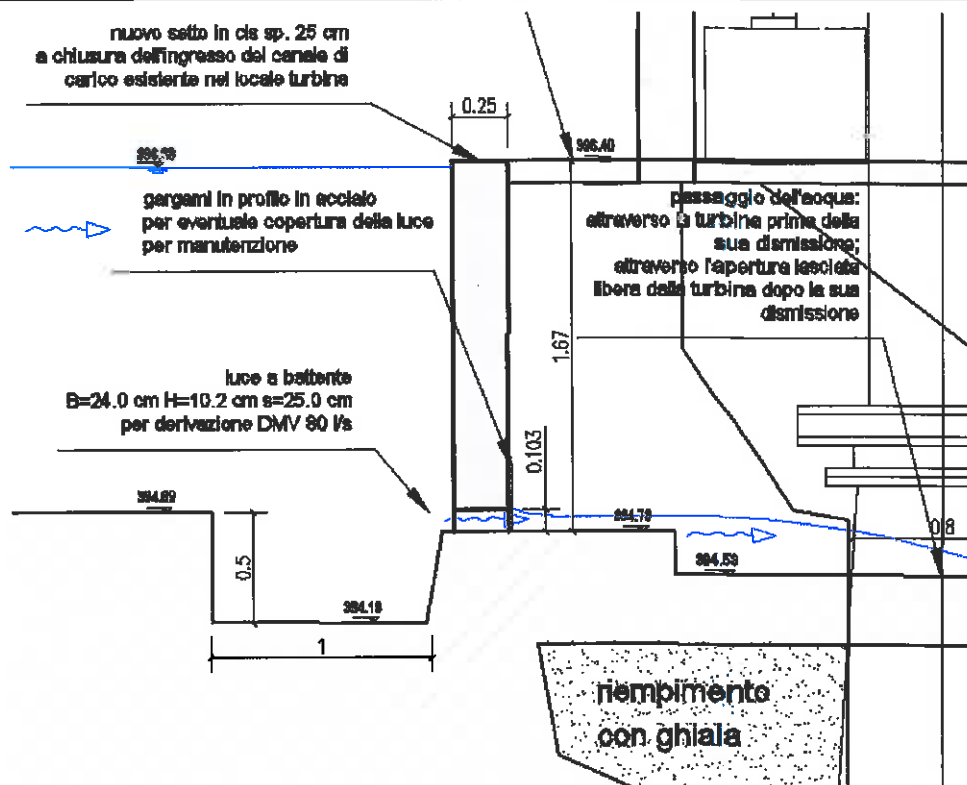


Figura 4-5: localizzazione e dimensioni della luce a battente per il rilascio di 80 l/s per il DMV

#### 4.3.2. Paratoia per il rilascio della portata in concessione al CB di Ospedaletto

Il **Consorzio Brentale di Ospedaletto** ha presentato domanda all'APRIE per una nuova concessione per derivare per uso irriguo da aprile ad ottobre dalla Roggia di Scurelle (subito a valle della 4° centralina idroelettrica, di proprietà del Sig. Bressanini), così composta:

- Portata media  $Q = 100 \text{ l/s}$ ;
- Portata massima  $Q = 147 \text{ l/s}$ .

Questi valori di portata sono dati che si riferiscono alla domanda e pertanto non ancora concessi (la pratica è in istruttoria).

**Dato che la domanda risulta ancora pendente, per il momento i 100 l/s di portata media da rilasciare nella Roggia vengono richiesti in via precaria dal Comune nella presente domanda di concessione.**

Per poter in futuro garantire al C Brentale di Ospedaletto la portata d'acqua irrigua richiesta, si prevede l'installazione di una paratoia per il rilascio al massimo dei 147 l/s, da aprile ad ottobre, presso l'opera di presa della nuova centrale. La portata spettante verrà regolarmente rilasciata nella roggia nel momento in cui il Consorzio Brentale di Ospedaletto terminerà l'iter autorizzativo di concessione, otterrà l'istruttoria e terminerà i lavori di realizzazione dell'impianto di irrigazione.

Questo rilascio sarà garantito da una paratoia di larghezza 30 cm e altezza dal fondo di 15,2 cm.



	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 23 di 42

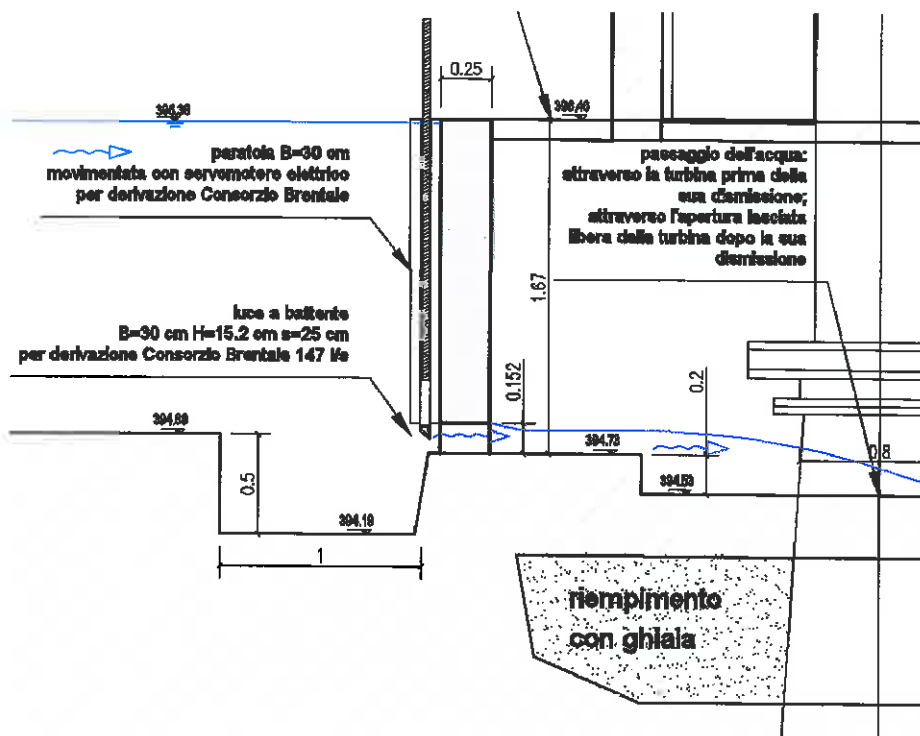


Figura 4-6: localizzazione e dimensioni della paratoia per il rilascio di 147 l/s per il CB di Ospedaletto

Sulla paratoia verrà predisposto un segnale on-off (non modulare), che verrà inviato anche agli uffici dello SGRIE, grazie al quale si potrà monitorare in continuo il corretto funzionamento del dispositivo stesso.

#### 4.3.3. Paratoia per il rilascio della portata in concessione al Sig. Costa

Il Sig. Costa è titolare della concessione n° R/0216, con la quale ha diritto di derivare dalla roggia 300 l/s ogni martedì e venerdì per uso idroelettrico, per 8 h/giorno.

Questo implica il fatto che il Comune, titolare del nuovo impianto idroelettrico con opera di presa sita nell'Ex-lanificio "Dalsasso", garantirà tale rilascio d'acqua attraverso la paratoia già installata a monte della griglia, in fondo al canale di carico dell'opera di presa stessa.

La paratoia in oggetto è attualmente utilizzata per rilasciare tutta l'acqua in arrivo dalla Cartiera in caso di necessità di fermo impianto della centrale "Dalsasso".

Questo rilascio sarà garantito da una paratoia di larghezza 50 cm e altezza dal fondo di 18,7 cm.

<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b>					
	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 24 di 42

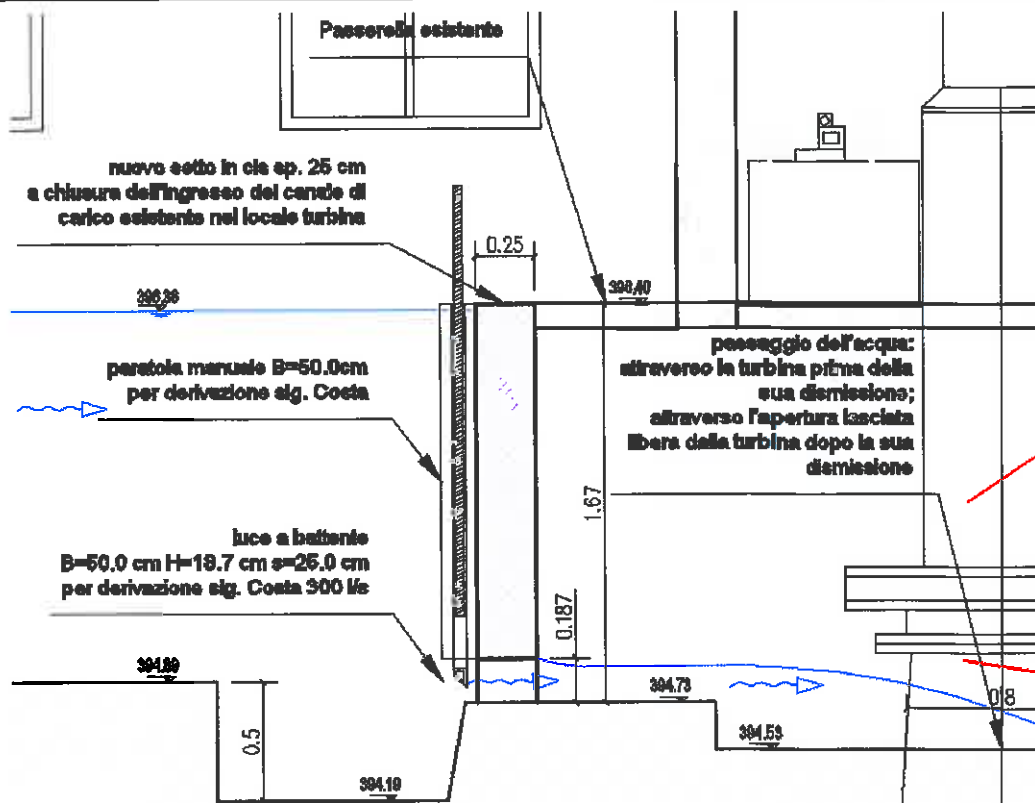


Figura 4-7: localizzazione e dimensioni della paratoia per il rilascio di 300 l/s per il Sig. Costa

#### 4.3.4. Verifiche idrauliche

L'efflusso da luci a battente è verificato tramite l'applicazione del Teorema di Bernoulli, da cui si ottiene la formula per la portata:

$$Q = C_q \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2gh_0}$$

con

$$C_q = C_c \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + C_c \frac{a}{h_0}}}$$

Dove:

$C_c$  = coefficiente di contrazione della vena, 0,611

$b$  = larghezza paratoia

$h_0$  = tirante che investe la paratoia

$a$  = apertura della paratoia,

<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b>					
	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 25 di 42

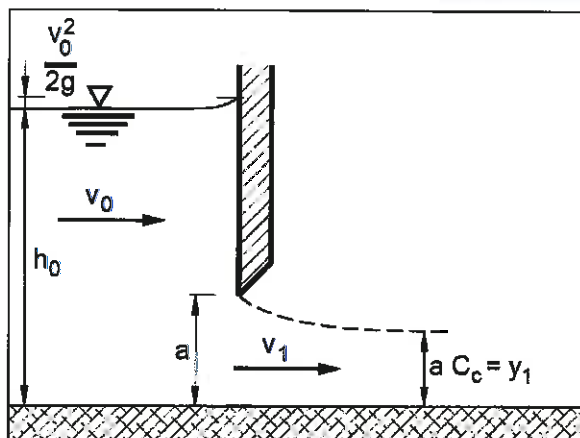


Figura 4-8: schema del deflusso per paratoia sollevata a battente

La verifica delle portate rilasciate dipende dal tirante a monte delle luci a battente, e viene quindi eseguita congiuntamente al calcolo del tirante nel canale di carico (si veda il capitolo 4.2).

La seguente tabella riassume le caratteristiche delle luci a battente per i rilasci:

Tabella 4-1: caratteristiche delle luci a battente per i rilasci

	DMV	CB	Sig. Costa	
Quota fondo luci	394,73	394,73	394,73	m s.l.m.
Quota sommità luce	394,83	394,88	394,92	m s.l.m.
b	24	30	50	cm
a	10,2	15,2	18,7	cm

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	

Tabella 4-2: verifiche idrauliche

	Condizioni	Presa	DMV	CB	Cost a	Totale rilasci	Quota pelo libero a fine stramazzo	Tirante su stramazzo	Tirante su luci a battente
		mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	m s.l.m.	m	m
1	<b>Q max senza rilasci</b>	<b>1,1417</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	396,38	0,209	1,65
	Risultato	1,145							
	Errore	0,000							
		0%							
2	<b>Q max turbinabile</b>	<b>1,0617</b>	<b>0,08</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,080</b>	396,37	0,199	1,64
	Risultato	1,065	0,083			0,083			
	Errore	0,003	0,003			0,003			
		0%	4%			4%			
3	<b>Q max e rilasci</b>	<b>0,6147</b>	<b>0,08</b>	<b>0,147</b>	<b>0,3</b>	<b>0,527</b>	396,31	0,136	1,58
	Risultato	0,614	0,082	0,151	0,307	0,539			
	Errore	-0,001	0,002	0,004	0,007	0,012			
		0%	2%	2%	2%	2%			
4	<b>Q med e solo DMV</b>	<b>0,888</b>	<b>0,08</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,080</b>	396,35	0,176	1,62
	Risultato	0,888	0,083			0,083			
	Errore	0,000	0,003			0,003			
		0%	3%			3%			
5	<b>Q med e rilasci</b>	<b>0,441</b>	<b>0,08</b>	<b>0,147</b>	<b>0,3</b>	<b>0,527</b>	396,28	0,109	1,55
	Risultato	0,443	0,081	0,149	0,304	0,534			
	Errore	0,002	0,001	0,002	0,004	0,007			
		0%	1%	1%	1%	1%			
6	<b>Q min arrivo e rilasci</b>	<b>0,2673</b>	<b>0,08</b>	<b>0,147</b>	<b>0,3</b>	<b>0,527</b>	396,25	0,078	1,52
	Risultato	0,270	0,080	0,148	0,301	0,528			
	Errore	0,003	0,000	0,001	0,001	0,001			
		1%	0%	0%	0%	0%			

Nella tabella, per ogni condizione sono riportate in grassetto le portate richieste dall'opera di presa e per i rilasci. Nella riga successiva sono riportate le portate effettive risultanti dal modello. **Si nota che in tutti i casi**

<b>SWS™</b>	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	 Pagina 27 di 42

**l'errore sulle portate rilasciate è positivo o nullo, quindi non si avrà un rilascio di DMV o delle altre portate minore del richiesto.** Si sono dimensionate le luci a battente per garantire i rilasci anche nella condizione peggiore, quindi nella condizione più favorevole la portata turbinata sarà leggermente inferiore al previsto, di qualche litro.

La condizione 1 è solamente una verifica nel caso di manutenzione, per calcolare il massimo tirante nel canale di carico, ma non sarà ovviamente una condizione di esercizio.

Poiché non si hanno dati sulla portata minima, nei calcoli si è ipotizzato un valore di 794,3 l/s, che corrisponde ad una portata turbinabile di 273 l/s. In questo caso la verifica riportata nella condizione 6 è a favore di sicurezza: in realtà in quel caso lo stramazzo è parzialmente rigurgitato, quindi il pelo libero nel canale di carico si innalza e le portate rilasciate sono ancora maggiori di quelle calcolate.

Anche quando la portata in arrivo fosse ancora minore, è comunque garantito il rilascio, poiché per portate minori del 20% della portata media, circa 200 l/s, non è più conveniente far girare la turbina, che quindi si ferma. A questo punto il livello idrico nel canale di carico si alza e tutta la portata in arrivo ritorna nella roggia attraverso le luci a battente.

In fase di collaudo verranno verificate e registrate dai tecnici dello SGRIE le aperture delle paratoie per garantire i rilasci.

#### **4.3.5. Luce per il rilascio della portata in concessione al CMF di Scurelle**

Per ottemperare alle prescrizioni riportate nell'art. 3 comma 3 punto e) del disciplinare di concessione, nel quale si è reputato non idoneo il meccanismo di rilascio della portata mediante paratoia di **10 l/s** per il Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle ad usi irrigui durante il periodo 15 aprile - 30 settembre, in luogo dello stesso è stato previsto uno stramazzo in parete grossa non presidiato, mediante scasso nello sfioratore di troppo pieno presente a valle della vasca di carico dell'impianto in progetto.

Sullo stramazzo verranno posti inoltre dei gargami, che ne permetteranno la chiusura durante i periodi nei quali non è previsto il rilascio di portata al Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle (ossia dal 1° ottobre a 14 aprile).

In tale modo si potrà quindi garantire il rilascio della portata al Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle.

La portata verrà come detto rilasciata mediante stramazzo in parete grossa. Il calcolo della portata avviene pertanto mediante la seguente formula:

$$Q = C_q L h \sqrt{2gh}$$

con:

- $Q = 10 \text{ [l/s]}$  = portata rilasciata al Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle;
- $C_q = 0,385$  = coefficiente di deflusso per stramazzo in parete grossa
- $L$  = larghezza dello stramazzo [m]



	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> 					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 28 di 42

- $h$  = carico idraulico sul petto dello stramazzo [m]

Si sottolinea che, data la portata di riferimento ed il coefficiente di deflusso, esistono svariate combinazioni dei due parametri rimanenti, ossia carico idraulico e larghezza dello stramazzo, che consentono di verificare l'equazione.

Tuttavia, fra le varie combinazioni si è scelta quella che consente, mediante predisposizione di appositi gargami a lato del foro (dei quali si è tenuto conto nel calcolo della larghezza del foro, valutando l'effettiva larghezza netta dello stesso), di porre in opera comodamente una lamiera per l'ostruzione manuale dello stramazzo nei periodi di tempo nei quali non deve essere effettuato il rilascio al Consorzio di Miglioramento Fondiario di Scurelle (ossia dal 1° ottobre a 14 aprile).

La combinazione scelta è la seguente:

- $L = 0,2$  m
- $h = 0,1$  m

Pertanto, poiché la quota dello sfioratore laterale è pari a 396,20 m s.l.m., mentre il tirante nella vasca di carico è ipotizzato cautelativamente a 396,19 m s.l.m., essendo necessario un carico idraulico pari a 10 cm, risulterà necessario effettuare uno scasso nello sfioratore che dia luogo ad una superficie netta (tenendo conto dei gargami laterali) di 20x11 cm.

Di conseguenza la quota di sfioro sarà pari a 396,09 m s.l.m., con ribassamento rispetto alla quota di sfioro attuale (396,20 m s.l.m.) di 11 cm.

La realizzazione dello stramazzo in parete grossa, realizzato con scasso nello sfioratore esistente di dimensioni finite (compresi i gargami) di 20x11 cm, consente di garantire il rilascio di una portata non inferiore a 10 l/s.

#### 4.4. SISTEMA ADOTTATO PER IL RILASCIO DELLA PORTATA PER IL CMF DI SCURELLE A MONTE DEL CENTRO ABITATO DI SCURELLE

Subito dopo l'opera di presa dal t. Maso, vi è una vasca di sedimentazione dalla quale parte il canale privato della Cartiera, e inoltre vi è una luce presidiata da paratoia in legno dalla quale ha origine il ramo più antico della roggia, che poi confluisce nel rio Val dei Ghisi. Attraverso tale luce avviene il rilascio irriguo per il CMF di Scurelle. Nel caso in cui invece la centralina della cartiera sia fuori servizio, attraverso tale luce si convoglia l'intera portata prelevata dal t. Maso e diretta verso la roggia di Scurelle.

Per comodità e in accordo con i tecnici dell'APRIE, si considera di fissare un'apertura di tale paratoia affinché possano sempre transitare 10 l/s e defluire verso il rio val dei Ghisi. In questo modo, quando nel periodo invernale non vi saranno esigenze irrigue, tale portata defluirà nel rio Val dei Ghisi per poi ritornare nel t. Maso.

La luce in oggetto ha larghezza pari a 0,80 m, e il pelo libero nella vasca è a +1,75 m rispetto al fondo.

La paratoia esistente in legno ha un'altezza di circa 2,12 m.

Di seguito si riporta il calcolo dell'apertura della paratoia esistente con funzionamento a battente affinché defluisca la portata di 10 l/s, con riferimento alla *Figura 4-8* per lo schema di funzionamento idraulico.

<b>SWS™</b>	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 29 di 42

Dall'applicazione del Teorema di Bernoulli si ottiene la formula per la portata:

$$Q = C_q \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2gh_0}$$

con

$$C_q = C_c \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + C_c \frac{a}{h_0}}}$$

Dove:

$C_c$  =coefficiente di contrazione della vena, in questo caso vale 0,611

$b$  = larghezza paratoia=0,8 m

$h_0$  = tirante che investe la paratoia

$a$  = apertura della paratoia, incognita del problema

**Dai calcoli eseguiti risulta che il rilascio dei 10 l/s viene garantito con un'apertura della paratoia di 3,5 mm dal fondo del canale, che corrisponde al fondo corsa della paratoia stessa.**



*Figura 4-9: foto della paratoia in legno esistente alla vasca a monte di Scurelle, a presidio della luce di scarico verso il vecchio ramo della roggia di Scurelle*

Si prevede di sostituire la paratoia esistente in legno (Figura 4-9) con una paratoia nuova manovrabile manualmente in caso di necessità, cioè durante i fuori servizio della centrale della Cartiera.


	<p>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 30 di 42

## 5. SISTEMA DI RILASCIO DELLE PORTATE IN CASO DI BLOCCO CENTRALE

In caso di blocco della centrale i sistemi adottati per la gestione in sicurezza delle acque non più transitabili all'interno della condotta forzata sono i seguenti:

- La condotta forzata è dimensionata in maniera tale che, in caso di blocco della turbina, e per i tempi di arresto della stessa (40 sec), non si verifichino rotture della tubazione a causa del fenomeno del colpo d'ariete;
- Dentro il pozzettone, appena a valle dell'opera di presa, verrà posizionata una valvola a farfalla di sezionamento motorizzata con attuatore elettrico, ed uno sfiato di emergenza. La valvola a farfalla entra in funzione non appena si verifica il blocco, regolando il flusso idrico all'interno della tubazione. Lo sfiato di emergenza funge da controllo delle pressioni interne alla tubazione, in maniera tale che, con il crearsi dell'effetto pistone, il tratto di tubazione appena a valle del pozzettone non collassi su se stesso;
- In caso di blocco della turbina è prevista l'apertura della paratoia motorizzata esistente posta sulla destra alla fine del canale di carico esistente, immediatamente a valle dello sfioratore in entrata alla nuova vasca di carico, in modo da convogliare l'intera portata di concessione richiesta (1061,7 l/s) direttamente dal canale di carico esistente alla roggia esistente senza passare per la nuova vasca di carico.

Tutto il sistema sopradescritto sarà comandato in remoto tramite telecontrollo.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 31 di 42

## 6. IDRAULICA DEL CANALE DI RESTITUZIONE

La centrale idroelettrica in progetto è posizionata 2 km a valle dell'opera di presa, presso lo svincolo della SS47 della Valsugana. L'edificio si sviluppa per complessivi metri 14,2 in lunghezza e 6,4 m in larghezza su sedime demaniale, in terreno quasi pianeggiante alla quota di circa 353 m s.l.m.

La nuova centrale non interesserà il sedime della vecchia strada della Valsugana.

La posizione della centrale è altimetricamente un po' rialzata rispetto al piano campagna attuale, l'asse della turbina è ubicato alla quota 353,91 m s.l.m.

Lo scarico dell'acqua turbinata avviene nella roggia del Torrente Maso tramite una vasca di accumulo della profondità di circa 3,28 metri interni, dove viene posto anche il tubo diffusore-aspiratore della turbina. Dalla vasca si sviluppa un **canale di restituzione** sotterraneo ispezionabile, largo 4,6 m e alto 1,2 m, che scarica in un tombino artificiale a quota 351,28 m s.l.m., dopo circa 3,0 m.

Si prevede infatti il tombinamento del canale esistente che costeggia la vecchia strada della Valsugana e scola nella roggia di Scurelle dopo poche decine di metri. Il tombino interesserà il solo tratto di canale esistente che costeggia l'edificio centrale di lunghezza pari a 20 m, con il successivo reinterro dello scatolare, così da renderlo non visibile e quindi non impattante dal punto di vista paesaggistico.

Questa scelta permette di garantire un'adeguata stabilità per le fondazioni della struttura.

Il tombino sarà costituito da uno scatolare in calcestruzzo armato con sezione interna 2,5 m x 1,2 m e lunghezza di 20 m. Lo spessore delle solette e delle pareti laterali saranno di 30 cm.

All'imbocco e allo sbocco del tombino, si predisporranno sulle sponde delle piccole scogliere in massi non cementati per raccordare la sezione aperta a quella scatolare.

Al termine del tratto tombato invece, il fondo dello scolo esistente si prevede rivestito con massi non cementati di volume  $0,5 + 1 \text{ m}^3$ . Tale soluzione si adotta al fine di stabilizzare e proteggere il fondo e le sponde del canale dall'acqua fluente.

<b>SWS™</b>	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 32 di 42	

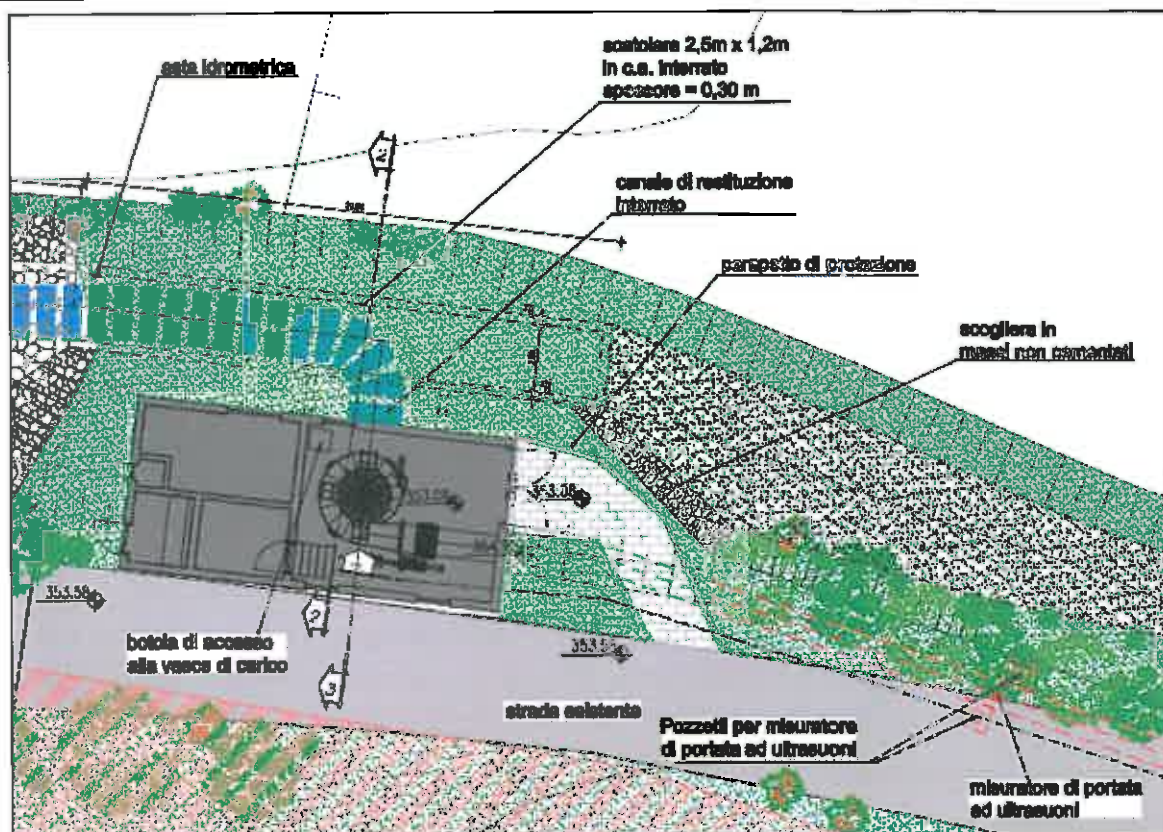


Figura 6-1: pianta della centrale e del canale di scarico che fa confluire la portata turbinata nella roggia, nei pressi dello svincolo della SS47 della Valsugana

Dalla vasca sottostante la turbina, le acque turbinare defluiscono verso il canale di scarico costituito nel primo tratto di circa 10 m dalla sezione scatolare in calcestruzzo armato. Il tombino si prevede con pendenza del fondo pari a 2,5%, che corrisponde al valore che naturalmente ha lo scolo in oggetto.

All'interno del tombino, il massimo tirante che si potrà verificare con la massima portata turbinabile (circa 1060 l/s) è di circa 15 cm.

Pertanto si può concludere che il tombinamento di un breve tratto di 20 m non provoca significative variazioni negative dal punto di vista della sicurezza idraulica, anche nel caso in cui la turbina sia in funzione scaricando la massima portata (circa 1 m<sup>3</sup>/s).

L'altezza di moto uniforme nel canale in serie alla vasca sottostante la turbina è stata calcolata a partire dalla formula di Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot i_f^{1/2}$$

Nel caso in esame i parametri noti sono:

Q = portata turbinata che è scaricata nella roggia, variabile in funzione del periodo;

R<sub>h</sub> = raggio idraulico (m) definito come rapporto tra l'area bagnata ed il perimetro bagnato;



<b>SWS</b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b>					
	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 33 di 42

$K_s$ = coefficiente di scabrezza del cls= 70 m<sup>1/3</sup>/s

$i_r$ = pendenza del fondo del canale di scarico; pari a 5‰;

B= larghezza canale= 4,8 m

Noti i vari tiranti all'interno del canale ( $Y_u$  infatti dipende dalla portata uscente), si sono infine calcolati i corrispettivi livelli all'interno della vasca di accumulo ( $H_{vasca}$ ) tramite la formula seguente:

$$H_{vasca} = Y_u + 1,5 \frac{Q^2}{2gA^2}$$

Di seguito si propone una tabella riassuntiva dei valori calcolati di  $Y_u$  e  $H_{vasca}$  ricavati con le varie portate turbinabili presso la nuova centrale, ricavate nel Paragrafo precedente.

*Tabella 7.1: risultati dei calcoli effettuati per valutare il pelo morto inferiore della centralina in progetto.*

	<b>Q uscita (l/s)</b>	<b>Y<sub>u</sub> canale (cm)</b>	<b>H<sub>vasca</sub> (cm)</b>	<b>Quota vasca (m s.l.m.)</b>
	799,51	13,35	25,25	351,55
	859,51	14,96	26,53	351,57
	973,21	15,07	28,91	351,59
	1033,21	15,63	30,13	351,60
<b>Valore medio di Q<sub>media</sub> di concessione</b>	<b>831,82</b>	<b>13,68</b>	<b>25,94</b>	<b>351,56</b>
<b>Q<sub>max</sub> assoluta</b>	<b>1061,7</b>	<b>15,89</b>	<b>30,70</b>	<b>351,61</b>

Si può notare come la variazione massima di pelo morto inferiore nella vasca di scarico è di 6 cm e le quote di riferimento sono 351,56 m s.l.m. per la  $Q_{media}$  e 351,61 m s.l.m. se viene turbinata la portata massima assoluta (massimo apporto dalla roggia e nessuna derivazione dal CMF di Scurelle e dal Sig. Costa).

**Il valore più significativo per la progettazione è la quota nella vasca che si ricava con il valore medio della  $Q_{media}$  di concessione (831.82 l/s), ovvero 351,56 m s.l.m.**

**La determinazione di questo livello è molto importante poiché fissa il pelo morto inferiore dell'impianto, dal quale si ricava il salto geodetico tra monte e valle, utile alla produzione di energia elettrica.**



**Figura 6-2: vista della vasca di scarico della centrale e della sezione del canale di restituzione.  
Pelo morto inferiore dell'impianto 351,56 m s.l.m.**

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO						
	RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 35 di 42

## 7. CALCOLO DEL SALTO GEODETICO DISPONIBILE

Il pelo morto superiore di concessione risulta costante e fissato alla quota 396,19 m s.l.m. (quota nella vasca di carico) per qualsiasi valore di portata in arrivo dalla Cartiera.

Il pelo morto inferiore di concessione varia in funzione alla portata turbinata, ma il valore più rappresentativo corrisponde a quello calcolato con il valore medio della Q media di concessione (831,82 l/s) da cui risulta una quota del pelo libero nella vasca di scarico di 351,56 m s.l.m. (vedasi metodologia di calcolo descritto nel paragrafo precedente).

Il salto geodetico disponibile nella nuova centrale del Comune di Scurelle è di 44,63 m.

La potenza nominale media dell'impianto si calcola con la seguente formula:

$$P = \rho \cdot g \cdot h_{geod} \cdot \overline{Q_{media}} = 999,8 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 44,63m \cdot 0,8318 \frac{m^3}{s} = 363,96kW$$

Per il calcolo della potenza effettiva è necessario calcolare il salto utile netto, depurando al salto utile lordo le perdite di carico.

Le perdite di carico distribuite sono calcolate nella Relazione Idraulica del Progetto Definitivo. Anche se la configurazione è leggermente diversa, le perdite di carico concentrate delle due curve a gomito in più pareggiano il vantaggio delle minori perdite distribuite date dalla minore lunghezza della condotta forzata (circa 38 m). Per la portata di concessione (831.82 l/sec) le perdite di carico totali sono pari a 2,12 m.

**Il salto utile netto alla portata media di concessione è pari a 44.63-2,12 = 42,51 m.**

**Il salto utile netto alla portata massima derivabile è invece stimato pari a 40,0 m.**

Si riportano di seguito i rendimenti della turbina e del generatore:

### RENDIMENTI PRELIMINARI TURBINA:

Frazioni di portata nominale [%]	Rendimento Turbina [%]
100 %	89,90 %
90 %	90,70 %
80 %	90,30 %
70 %	88,60 %
60 %	86,20 %
50 %	81,80 %
40 %	76,10 %

<b>SWS</b> <sup>TM</sup>	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CIO000_001	Rev AD	Pagina 36 di 42

La turbina sarà accoppiata ad un generatore asincrono trifase ad asse verticale. Il funzionamento del generatore sarà sempre in parallelo con la rete nazionale e non è previsto il funzionamento in rete isolata.

#### RENDIMENTI GENERATORE:

Percentuale di Potenza [%]	Rendimento Generatore [%]
100 %	95,60 %
75 %	95,40 %
50 %	95,00 %
25 %	92,90 %

La portata di calcolo è pari a 831,82 l/sec, pari al 78,3% della portata nominale.

La potenza nominale dell'impianto, 363,96 kW è pari a 93,5% della potenza nominale.

Il rendimento medio di turbina e generatore può quindi essere indicativamente valutato pari a  $\eta=84,509\%$

La potenza effettiva media dell'impianto si calcola con la seguente formula:

$$P = \rho \cdot g \cdot \eta_{\text{netto}} \cdot \overline{Q_{\text{media}}} = 999,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,84509 \cdot 42,51 \text{m} \cdot 0,83182 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 293,09 \text{kW}$$

<b>SWS™</b>	<p style="text-align: center;"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 37 di 42

## 8. VERIFICA COLPO D'ARIETE

Si riporta di seguito la verifica della condotta in seguito al colpo di ariete dovuto all'arresto della turbina.

La trattazione di seguito riportata si basa sulle seguenti ipotesi:

- Fluido comprimibile (acqua);
- Elasticità del tubo;
- No effetto smorzante dovuto agli attriti;
- Variazione lineare della velocità in seguito alla chiusura della turbina, nel tempo  $T_c$  (tempo di chiusura della turbina);

Si riporta di seguito una schematica descrizione grafica del colpo di ariete agente in una condotta lunga, avente velocità di regime  $V_0$ , alimentata da un serbatoio terminante con un ugello di regolazione, nell'ipotesi di chiusura istantanea dell'otturatore e trascurando gli effetti smorzanti degli attriti.

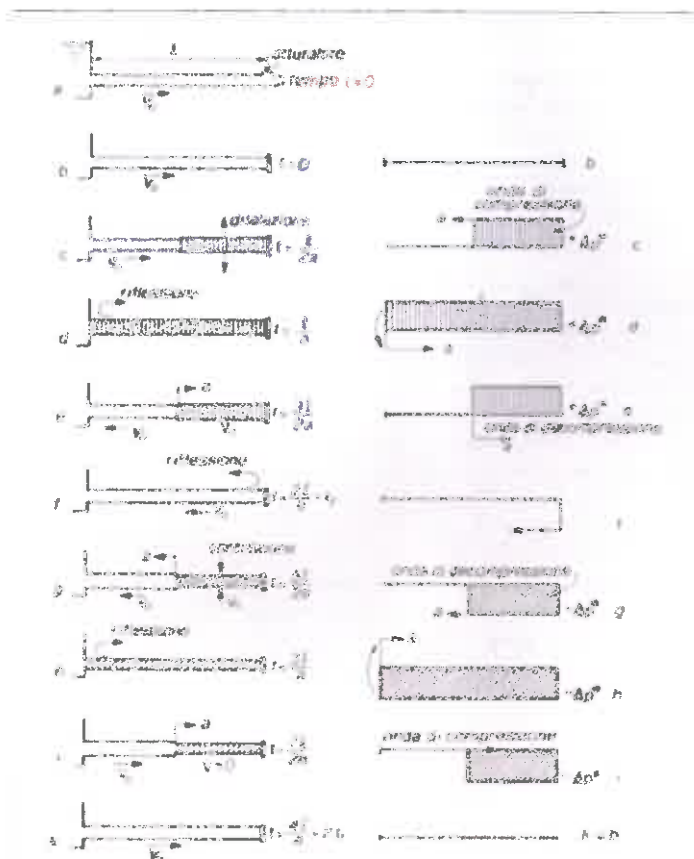


Figura 8-1: fenomeno colpo d'ariete nell'ipotesi di intercettazione istantanea del flusso uscente dall'ugello.

Detta  $a$  la velocità di propagazione, la perturbazione che ha origine all'otturatore impiega un tempo  $L/a$  per raggiungere l'imbocco del tubo.



<b>SWS™</b>	<b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_C10000_001	Rev AD	Pagina 38 di 42

All'inizio di questo intervallo, viene frenata e compressa la parte della colonna liquida che è più prossima all'otturatore. Nel seguito questa si estende verso l'imbocco, fino a raggiungerlo al termine dell'intervallo indicato. All'istante  $t=l/a$  tutta la colonna è ferma e con sovrappressione  $\Delta p^*$  fino all'imbocco, dotato di pressione normale di regime. Ne segue una decompressione della condotta che, a partire dall'imbocco, si propaga con la stessa velocità verso l'otturatore; nel contempo la parte decompressa è animata da velocità  $-V_0$  rivolta verso il serbatoio. All'istante  $T_r = 2l/a$  (tempo di ritorno della condotta) l'intera colonna è a pressione normale e animata da velocità  $-V_0$ .

Da questo istante tutto procede come a partire da  $t=0$ , con la differenza che la velocità e la pressione assumono segno opposto

Se la chiusura non è istantanea, ma avviene in un tempo inferiore al tempo di ritorno ( $T_c < T_r$ ), la sovrappressione  $\Delta p^*$  si manifesta ancora all'otturatore, ma interessa un tratto più breve di condotta.

Se la chiusura avviene in un tempo  $T_c > T_r$ , la sovrappressione massima all'otturatore è inferiore a  $\Delta p^*$ , e si riduce a zero verso l'imbocco.

Le equazioni che regolano il fenomeno sono l'equazione di continuità e l'applicazione del teorema della quantità di moto nell'ipotesi semplificativa di Allievi ( $V=0$ ,  $c^0=a$ )

Queste due equazioni portano alla definizione della seguente relazione risolutiva del problema, per condotta inclinata:

$$dh^* = \pm \frac{a}{g} dV$$

Dove:

$h^*$  = altezza piezometrica lungo la condotta,  $p+\gamma h$

$a$  = velocità di propagazione della perturbazione =  $V \pm c^0$

dove:

$V$  = velocità del fluido lungo la condotta,

$c^0$  = velocità relativa (o celerità) della perturbazione, definita come:

$$c^0 = \pm \sqrt{\frac{K/\rho}{1 + \frac{Kd}{Et}}}$$

Dove:

$\rho$  = densità dell'acqua =  $1000 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$

$K$  = modulo di comprimibilità dell'acqua =  $2200 \times 10^6 \text{ Pa}$  (a  $15^\circ$  e fino a  $10 \text{ Bar}$ )

$D$  = diametro interno della condotta, mm;

$E$  = modulo elastico circonferenziale del tubo Pa;

<b>SWS™</b>	<p align="center"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p align="center"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	

t = spessore meccanico resistente del tubo, mm

L'equazione riportata sopra si può integrare lungo l'ascissa x, nell'ipotesi che la velocità di propagazione a si mantenga costante al variare della pressione (e della sezione), (teoria linearizzata del colpo d'ariete), considerando che:

- Il carico iniziale al termine della condotta è  $h_0$ ;
- La velocità iniziale al termine della condotta è  $V_0$ ;
- All'imbocco il carico è sempre costante è pari a  $h_0$ .

Con queste ipotesi si giunge ad un sistema di equazioni che possono essere risolte una volta nota, come condizione di estremità, la legge che lega il generico carico  $h_i$  all'otturatore alla corrispondente velocità  $V_i$ .

Sono possibili due casi:

- Se la manovra di chiusura avviene in un tempo inferiore al tempo di ritmo ( $T_c < T_r$ ), il sistema fornisce:

$$h_1 - h_0 = \frac{a}{g} V_0$$

- Se la manovra di chiusura avviene in un tempo superiore al tempo di ritmo ( $T_c > T_r$ ) è necessario conoscere la legge di manovra all'otturatore. Nel caso in esame si considera all'otturatore, una variazione lineare della velocità nel tempo, con legge quindi:

$$V = V_0 \left(1 - \frac{t}{T_c}\right)$$

In tale caso la sovrappressione massima è la seguente:

$$h_i - h_0 = \frac{2lV_0}{gT_c}$$

Si riporta di seguito il calcolo delle sovrappressioni nel caso in esame:

Il tempo di arresto della turbina in progetto è pari a 40 sec.

Il valore del colpo di ariete è stato calcolato con riferimento alla massima portata transitabile all'interno della condotta, 1061.7 l/sec.

Viene anche riportato, a titolo di confronto, il calcolo delle sovrappressioni nel caso in cui il tempo di arresto della turbina fosse inferiore al tempo di ritmo.

	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE					
	PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CIO000_001	Rev AD	Pagina 40 di 42

Verifica del colpo di ariete				
Densità dell'acqua		$\rho$	$\text{Ns}^2/\text{m}^4$	1000
Accelerazione di gravità		$g$	$\text{m}/\text{sec}^2$	9,81
Modulo di comprimibilità dell'acqua		$K$	Pa	2200000000
Diametro interno tubo		$D$	m	0,9866
Modulo elastico circonferenziale del tubo		$E$	Pa	20000000000
Spessore meccanico resistente		$t$	m	0,0192
Celerità della perturbazione		$c^0$	$\text{m}/\text{sec}$	575,07
Lunghezza condotta		$l$	m	2143
Portata massima dentro condotta		$Q$	$\text{m}^3/\text{sec}$	1,0617
Velocità massima dentro condotta		$V_0$	$\text{m}/\text{sec}$	1,39
Carico massimo		$h_0$	m	44,63
Caso con $T_c > T_r$	Tempo di ritmo	$T_r$	sec	7,47
	Tempo di arresto condotta	$T_c$	sec	40
	Sovrappressione massima	$h_i - h_0$	m	15,18
	Pressione massima sul tubo	$h_1$	m	59,81
Caso con $T_c < T_r$	Sovrappressione	$h_i - h_0$	m	81,45
	Pressione massima sul tubo	$h_1$	m	126,08

La celerità della perturbazione è pari a 575 m/sec.

La velocità a regime del fluido all'interno della condotta è pari a 1.39 m/sec.

La sovrappressione massima dovuta al colpo di ariete, per un tempo di chiusura pari a 40 sec, è di 1.55 Bar.

La pressione massima a cui è soggetto il tubo nel caso di colpo di ariete è pari a 6.1 Bar.

E' comunemente ammesso per tubo in PRFV (AWWA C 950/95):

$P_w < NP$

$P_w + P_s < 1.4 NP$

Dove:

$P_w$  = pressione operativa = 4,55 Bar;

$P_s$  = sovrappressione da colpo di ariete = 1,55 Bar;

<b>SWS<sup>TM</sup></b>	<p align="center"><b>CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE</b></p> <p align="center"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>						
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 41 di 42	

NP = pressione nominale = 6 Bar.

Nel caso in esame quindi:

**4.55 < 6    verifica soddisfatta**

**6.1 < 8.4    verifica soddisfatta.**

<b>SWS</b>	CENTRALINA IDROELETTRICA NEL COMUNE DI SCURELLE PROGETTO ESECUTIVO					
RELAZIONE IDRAULICA	Codice commessa MDW032	Fase E	Autore SW	Codifica documento RI_CI0000_001	Rev AD	Pagina 42 di 42

## 9. STRUMENTI DI MISURA

### 9.1. DISPOSITIVI PRESSO L'OPERA DI PRESA

L'opera di presa sarà dotata di un'asta idrometrica e di un idrometro ad ultrasuoni, installati nella vasca di carico. Tale strumentazione sarà utilizzata nel collaudo dell'impianto e per i controlli successivi.

I dati registrati dal misuratore di livello saranno mandati in continuo al Concessionario e allo SGRIE.

Un'ulteriore asta idrometrica sarà posizionata subito a monte della griglia, posta prima dello sfioratore laterale, in un punto facilmente accessibile per l'installazione e la lettura da parte dei tecnici addetti.

### 9.2. DISPOSITIVI PRESSO L'EDIFICIO DELLA CENTRALE

Un misuratore di portata a ultrasuoni verificherà la portata turbinata in base al principio della differenza del tempo di transito; tale strumentazione è stata posta ad una distanza di 15 m dall'imbocco in acciaio della condotta forzata, presso la centrale idroelettrica.

La lettura automatizzata dell'idrometro consentirà al Gestore d'inviare in automatico e in ogni momento al SUAP il valore della portata defluente nel canale di scarico.

Abbinato al misuratore ad ultrasuoni, sarà installata un'asta idrometrica nel tratto tombinato del canale di scarico della centrale, facilmente visibile dall'esterno, che sarà utilizzata nel collaudo dell'impianto e per i controlli successivi.

In fase di collaudo, infatti, si eseguiranno delle misure con diverse portate utilizzando un mulinello, in modo da tarare opportunamente una scala delle portate in accordo col SUAP.

La vasca di scarico sarà accessibile tramite botola d'accesso di dimensioni 80x80 cm e scala alla marinara.

Per i dettagli sulla strumentazione di misura, si veda la Relazione strumentale.