REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Pieve di Teco



CENTRALE IDROELETTRICA UBICATA SUL TORRENTE ARROSCIA NEL COMUNE DI PIEVE DI TECO (IM)

Richiesta di concessione a derivare
dal Torrente Arroscia per la realizzazione di una
centrale idroelettrica a salto concentrato

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione Tecnica Particolareggiata Regimazione idraulica

Gruppo di progettazione

Dott. Ing. Paolo Gossa
via Torre Allera 49 - 12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
ing.paolo.gossa@gmail.com

Dott. Ing. Andrea Demaria
via del Canale, 28 bis
12100 Cuneo (CN)
tel 392 9216521
ing.andrea.demaria@gmail.com

Dott. Ing. Luca Macario
via Combe n. 21,
12013 Chiusa di Pesio (CN)
tel 388 9427082
lucamac81@gmail.com

Committente

F.I.E.M.E S.r.l
Località San Gervasio, 12076 Lesegno (CN)

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
PRO1013_RC	DF	R	07

ELABORATO

R.08

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	SETTEMBRE_2013	PRIMA EMISSIONE	Ing. Paolo GOSSA	Ing. Luca MACARIO	Ing. Andrea DEMARIA
02					

INDICE

1 PREMESSA ***2***

2 ANALISI DELLE CRITICITA' ***3***

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO ***4***

3.1 **Descrizione dello stato di fatto** **4**

3.2 **Descrizione dell'intervento di progetto** **9**

3.2.1 Ampliamento della sezione di deflusso 10

3.2.2 Realizzazione del greager 11

3.2.3 Paratoia mobile a rottura controllata 13

3.2.4 Verifica del funzionamento del dispositivo per il rilascio del DMV 21

3.2.5 Zona attrattiva ai piedi di greager e in prossimità della scala di rimonta. 23

4 REGOLA OPERATIVA DELL'IMPIANTO ***24***

5 CONCLUSIONI ***26***

1 PREMESSA

La società F.I.E.M.E s.r.l., con sede in Loc. San Gervasio, 12076 Lesegno (CN), ha incaricato il tecnico scrivente Gossa Ing. Paolo, residente a Cuneo Via Torre Allera n. 49, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Cuneo con il n° A1964, di predisporre il presente progetto per la realizzazione di una centrale idroelettrica nel Comune di Pieve di Teco (IM), poche centinaia di metri a valle del centro abitato.

Il progetto di cui alle tavole allegate risulta, ai sensi della normativa regionale in materia di programmazione energetica, essere così definito:

Impianto Idroelettrico ad acqua fluente di caratteristiche:

- Bacino idrografico: ***Torrente Arroscia***
- Corso d'acqua: Torrente Arroscia
- Bacino di dominio: ***85,70 km²*** *(verificato per misura diretta su C.T.R. alla scala 1:10.000)*
- Coordinate: ***Lat 44.04096*** ***Log 7.923015***
- Altitudine max : ***2.152 m s.l.m.***
- Altitudine min: ***218,63 m s.l.m.*** *(sfioro traversa)*
- Temperatura dell'acqua: **16°C**
- Portata massima derivata: ***3 m³ /s***
- Portata media derivata: ***1,78 m³/s***
- Portata minima derivata: ***0,60 m³/s***
- Salto disponibile medio: ***3,95 m***
- Potenza media: $\frac{(1000 \cdot 1{,}78 \cdot 3{,}95)}{102} = 68{,}93$ ***kW***

Il progetto è principalmente motivato dalla opportunità di utilizzare una traversa esistente, al fine di produrre energia idroelettrica, in conformità con i più recenti indirizzi di politica energetica regionale, nazionale e comunitaria, ed in particolare in relazione agli "*Indirizzi generali in materia di programmazione energetica regionale*".

Nella predisposizione del progetto sono state osservate alcune specifiche indicazioni ottenute attraverso la riunione del 17 Marzo 2014 effettuata presso gli uffici dell'amministrazione provinciale di Imperia con la presenza e collaborazione dei tecnici Regionali di riferimento della pratica.

Nella presente relazione vengono riportati i dati essenziali del progetto e vengono trattati a fondo gli approfondimenti richiesti per la minimizzazione del rischio idraulico fine ultimo della nuova progettazione definitiva.

2 ANALISI DELLE CRITICITA'

A seguito della presentazione della fase di Screening ambientale, con oggetto la realizzazione di una centrale idroelettrica a salto concentrato in Comune di Pieve di Teco in località del Cimitero comunale, il 12 Marzo 2014 è pervenuto alla società proponente F.I.E.M.E. il decreto del dirigente con la risposta e conclusione del procedimento.

Si riporta a seguito le conclusioni.

" … Il progetto in esame consiste nella realizzazione di impianto mini-idroelettrico a salto concentrato impostato su una briglia esistente sul T. Arroscia in comune di Pieve di Teco, in corrispondenza del cimitero comunale. Il progetto prevede, per consentire l'instaurarsi di un tirante idrico idoneo ad alimentare la bocca di presa e per incrementare il salto idraulico attuale, di installare sulla gaveta della briglia, che ne incide fortemente la sezione, una paratoia mobile, abbattibile in caso di piena. Il progetto interessa un tratto d'alveo dello sviluppo di circa 20-25 m tra presa e restituzione, minimizzando il tratto d'alveo derivato e il conseguente impatto sugli ecosistemi fluviali. Non comportando, inoltre, di realizzazione di sbarramento ex nuovo , il progetto non pone nemmeno problemi inerenti alla modifica della morfologia fluviale. Infine, esso si fa carico del ripristino del continuum fluviale, con la previsione di messa in opera di scala di risalita per l'ittiofauna. Nonostante il quadro degli impatti, a livello ecologico, sia quindi positivo, il progetto non concilia con la necessità priorità del non aggravio del rischio idraulico: l'impatto è infatti limitrofo ad elementi a rischio, in particolare alla strada provinciale SP7, già inondabile per T=200 e 500 anni. Il dispositivo a regolazione automatica a cui si demanda l'abbattimento della paratia in caso di piena, non è esente in maniera assoluta da possibili malfunzionamenti e non fornisce garanzie di compatibilità con il quadro di pericolosità idraulica locale. Pertanto il progetto di mini-idroelettrico sul T. Arroscia, in Comune di Pieve di Teco,presso il cimitero, è assoggettato a V.I.A. regionale ai sensi degli artt. 10 ss. della L.R. 38/98 e 20 ss. del D.Lgs. 152/06.

Potrà essere ripresentato alla fase di verifica/screening il progetto se rivisto in modo da non comportare alcuna probabilità di aggravio della pericolosità idraulica locale, anche tramite la progettazione di opere a corredo dell'impianto volte allo smantellamento in sicurezza della portata duecentennale nel tronco fluviale influenzato dalla presenza della briglia…"

Analizzate le conclusioni si è deciso di effettuare una riunione congiunta tra gli uffici Regionali e quelli della Provincia, Imperia, per analizzare la situazione e definire un modus operandi per la presentazione del progetto riveduto e corretto. La riunione è stata effettuata il 17 Marzo 2014, ad essa hanno partecipato la dott.sa Liconte (responsabile del procedimento per la Regione Liguria) la dott.sa Messori (polizia idraulica provincia di Imperia)ed il geometra Lengueglia (responsabile del Procedimento Unico per la provincia di Imperia). Al termine della riunione si sono definiti alcuni aspetti tecnici da valutare e trovar soluzione per l'accettazione della pratica. In questa relazione si riportano le soluzione tecniche e progettuali concordate con la pubblica amministrazione.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Al fine di descrivere le principali caratteristiche dell'impianto idroelettrico in progetto e gli interventi necessari per la sua realizzazione, nel presente paragrafo, si provvede ad analizzare le principali caratteristiche idrauliche del tratto di corso d'acqua interessato, prestando particolare attenzione alle opere presenti.

3.1 Descrizione dello stato di fatto

La traversa oggetto di intervento si trova circa 700 m a valle del concentrico di Pieve di Teco, in direzione SO.



Figura 1. Vista aerea della zona traversa.

Il tratto di alveo all'interno del quale è inserito il manufatto è essenzialmente rettilineo e corre in direzione N-S; la sezione d'alveo ha forma essenzialmente trapezia, essa è profondamente incisa e delimitata da sponde aventi elevata acclività.

A monte ed in corrispondenza del manufatto della traversa; procedendo a valle della stessa la sezione tende invece ad allargarsi, la sponda destra mantiene la sua acclività mentre l'inclinazione in sponda sinistra subisce un progressivo addolcimento. A monte del manufatto le sponde presentano una modesta coltre di copertura, la cui stabilità è favorita dalla presenza di una popolazione vegetale

con componente prevalentemente arbustiva. In corrispondenza della traversa si trova un massiccio affioramento roccioso, presente sia in sponda destra che in sponda sinistra, si riscontra pertanto una debole presenza della componente sopra evidenziata. A valle della traversa l'acclività in sponda sinistra tende a diminuire, e l'affioramento viene progressivamente nascosto dallo strato di copertura e da una fitta vegetazione. In sponda destra si rileva la presenza di un muro artificiale in pietrame e malta cementizia, utilizzato per sostenere il terrapieno relativo al piazzale del Cimitero Comunale.



Figura 2. Vista da valle della zona traversa



Figura 3. Vista della sponda destra idrografica

Per tutto il tratto in questione il ciglio di sponda sinistro è rappresentato dalla strada provinciale n.7. che corre parallelamente al corso del T.Arroscia ad una quota mediamente sopraelevata di 15 m rispetto al fondo alveo.

La presenza della strada statale è risultato l'elemento di rischio per la progettazione della centrale idroelttrica.

Questo perchè con le fasce di esondazione definite dal piano di Bacino del Torrente Arroscia per le portate con tempo di ritorco duecentennale e sopratutto cinquecentennale risulta l'allagamento di quest'ultima.

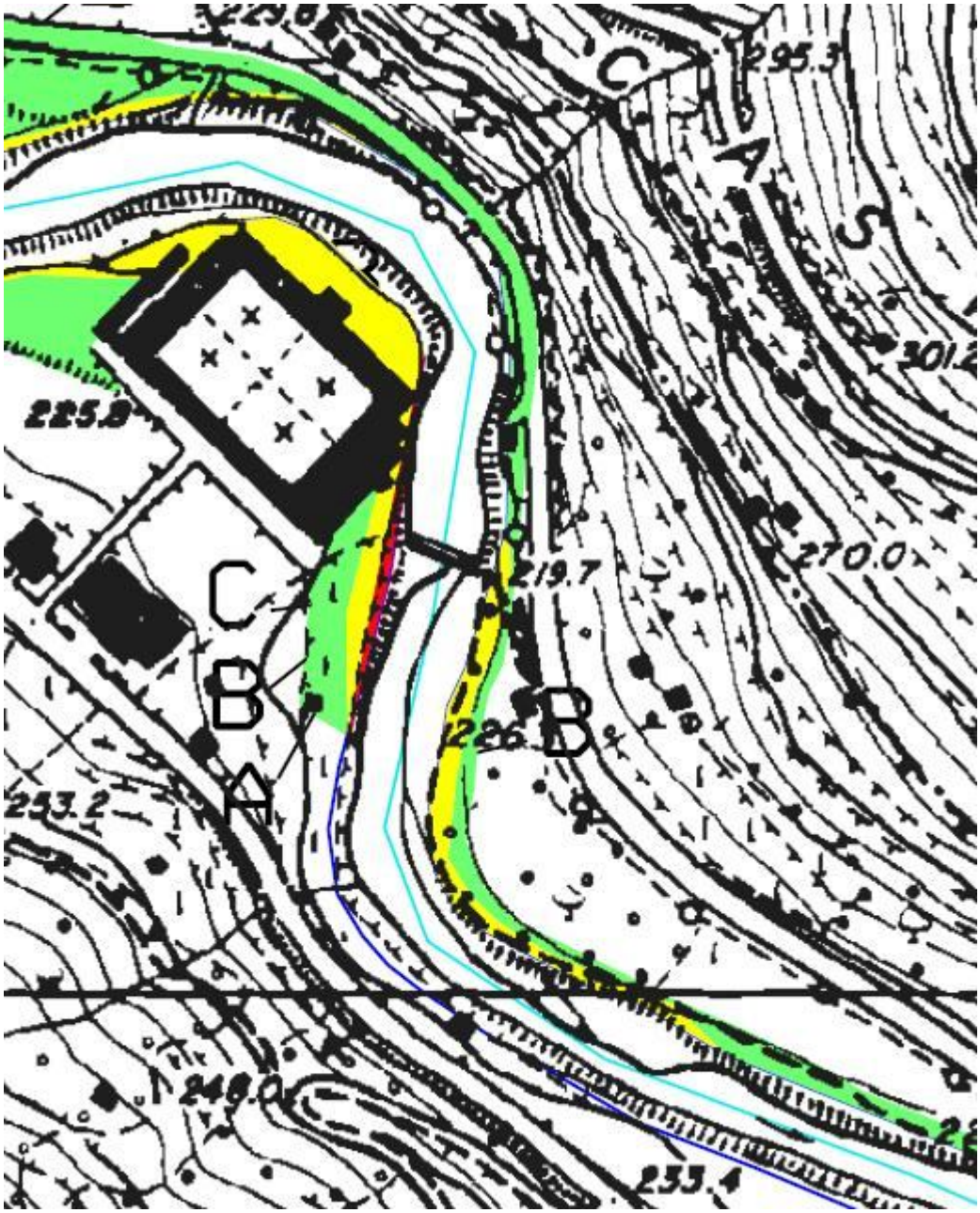


Figura 4. Fasce di esondazione da Piano di Bacino

Per la sponda destra questa è delimitata dal muro in pietra il cui coronamento è sopraelevato di circa 10 m rispetto al fondo alveo.

Il manufatto a ridosso del quale andrà ad essere realizzata la centrale in progetto è costituito da una briglia in calcestruzzo e pietrame. Tale manufatto è stato presumibilmente realizzato negli anni settanta per limitare l'erosione dell'alveo e per conferire al torrente una pendenza definita di equilibrio, l'impiego delle briglie di trattenuta ha infatti contribuito negli anni a ridurre l'erosione al piede delle sponde dei corsi d'acqua, partecipando in questo modo al consolidamento spondale e più in generale alla stabilizzazione dei versanti.



Figura 5. Vista della traversa e zona centrale

Allo stato attuale la briglia presenta una profondità di 2 m circa ed occupa tutta la sezione d'alveo per una larghezza complessiva di 26 m circa, entrambe i paramenti sono verticali, la gàveta della briglia è di forma trapezoidale, con le ali rialzate di 2 m circa rispetto al coronamento, il quale risulta posto ad una quota di 218.45 m s.l.m.

Si riporta uno schema della briglia.

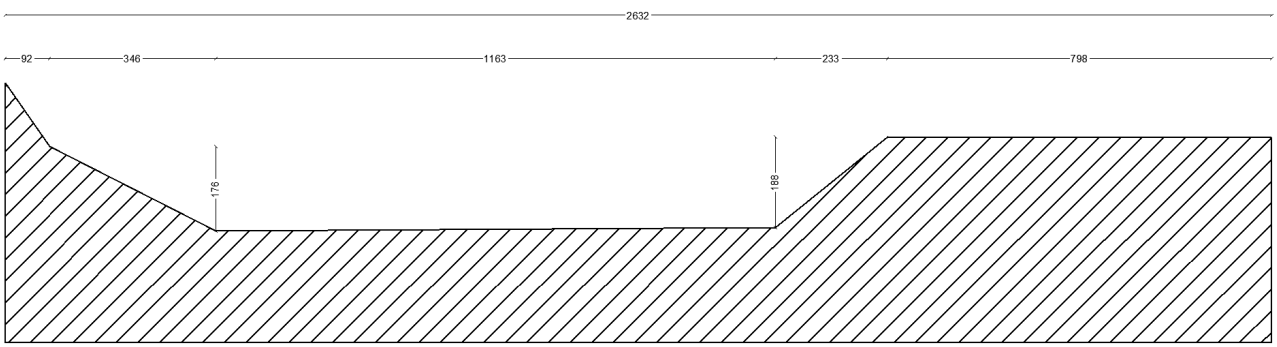


Figura 6. Rilievo di dettaglio del profilo traversa

Come si può osservare dallo schema riportato precedentemente, la traversa risulta di circa 26 m di lunghezza. Vista la sua forma e quella delle "ali" molto pronunciate, la sezione defluente per la portata risulta essere di tipo trapezoidale con base minore pari a circa 11,63 m, meno della metà della lunghezza della traversa stessa.

La gaveta risulta così di dimensioni limitate e non per tutta la larghezza della traversa. Questa conformazione fa si che la luce libera della traversa, attualmente sia limitata; e come si può immaginare impedisca il defluire delle portate di piena innalzando il livello di monte.

Visto l'interrimento completo della traversa e constatato che le fondamenta e le ali risultano intestate nell'affioramento roccioso sopra descritto, la traversa non riporta pertanto alcun danno dovuto a fenomeni di sifonamento al piede né di aggiramento laterale ad opera del flusso, in quanto la permeabilità del materiale di fondazione risulta essere nulla.

L'accesso al manufatto avviene mediante un sentiero carrabile che parte in corrispondenza di un piazzale a lato della suddetta strada provinciale e raggiunge il corso d'acqua mediante un percorso che si realizza interamente in sponda sinistra; allo stato attuale la pista risulta parzialmente ostruita dalla presenza di vegetazione arbustiva di piccole e medie dimensioni.



Figura 7. Vista della strada d'accesso ora in stato d'abbandono

Circa 350 m a monte della traversa oggetto di intervento si segnala la presenza del viadotto della SS28 del Colle di Nava; come potrà essere verificato dalle risultanza della simulazione idraulica l'inserimento della centrale di produzione e degli organi relativi alla traversa di derivazione non comporterà alcuna interferenza negativa con il manufatto stesso.

3.2 Descrizione dell'intervento di progetto

Lo schema di impianto prevede che, sia l'opera di derivazione, sia il gruppo di produzione, vengano posizionati a ridosso di una briglia in calcestruzzo esistente sul Torrente Arroscia. Le fasi propedeutiche alla progettazione preliminare, in particolare **le verifiche idrauliche**, hanno messo in luce alcune criticità connesse alla presenza in alveo della briglia. Come scritto precedentemente attraverso le tavole del Piano di Bacino del Torrente Arroscia le quali descrivono le fasce di esondazione, risulta che per le portate con Tr200 e Tr500 la strada provinciale 7 risulta inondata. La derivazione in progetto sarà pertanto attuata apportando **modifiche sostanziali alla briglia** esistente che, pur mantenendo le sue funzionalità originarie, verrà convertita da strumento di regolazione del deflusso idraulico in strumento di captazione idrica e **di limitazione del rischio idraulico esistente**.

Alla luce delle indicazioni scaturite dalla riunione del 7 marzo 2014 e dalle verifiche idrauliche si è cercata una soluzione progettuale che garantisse nel contempo la sicurezza idraulica dell'area e l'efficienza funzionale dell'opera, pertanto il progetto prevede di:

- ***ampliare la sezione di deflusso della briglia mediante una ricalibrazione della gàveta ed il suo passaggio da sezione trapezia a rettangolare;***
- ***modificare il profilo della briglia realizzando, sul lato di valle, uno scivolo greager in massi ciclopici annegati in cls per favorire il deflusso delle portate di piena;***
- ***progettazione esecutiva di una paratoia mobile a rottura controllata per un sicuro abbattimento al superamento di una portata definita in progetto***
- ***realizzare in destra orografica una scala di rimonta per l'ittiofauna con verifica dei funzionamenti per i regimi di portata diversi e per i diversi sistemi di attacco***;
- ***realizzazione di una zona attrattiva ai piedi del greager ed in prossimità dell'uscita della scala di rimonta con un lieve abbassamento del fondo per la generazione di una pozza di calma.***

In grassetto si è voluto sottolineare le modifiche apportate al progetto, rispetto a quello iniziale, le quali nella riunione del 7 marzo sono risultate le preponderanti per il superamento delle criticità già sollevate.

3.2.1 Ampliamento della sezione di deflusso

Come scritto nel capitolo precedente l'attuale sezione libera definita dalla briglia risulta di tipo trapezoidale, limitando fortemente il deflusso delle portate.

Il progetto prevede la ricalibrazione della sezione libera, passando da un sezione di tipo trapezia ad una sezione di tipo rettangolare larga.

Si riporta lo schema della ricalibrazione.

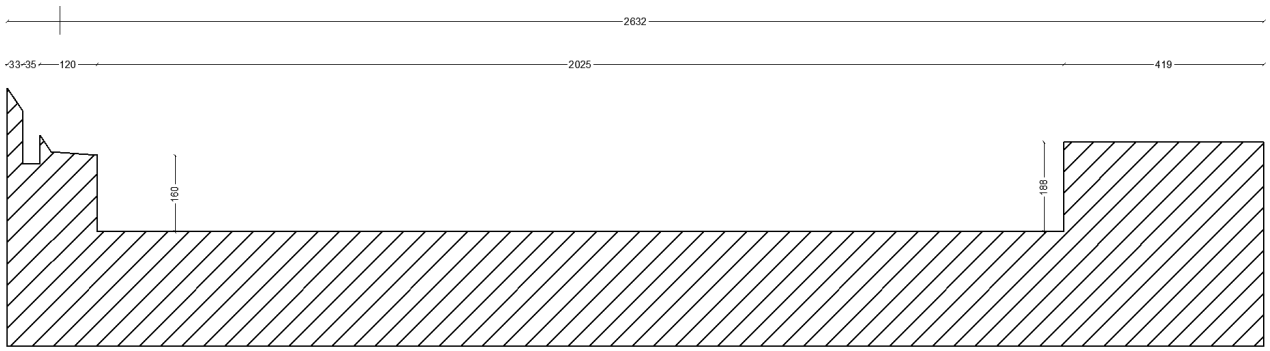


Figura 8. Rilievo di dettaglio del profilo traversa in stato di progetto

Si riporta lo schema comparativo tra la briglia in stato di essere e in stato di progetto, in rosso vengono definite le demolizioni in giallo le costruzioni.

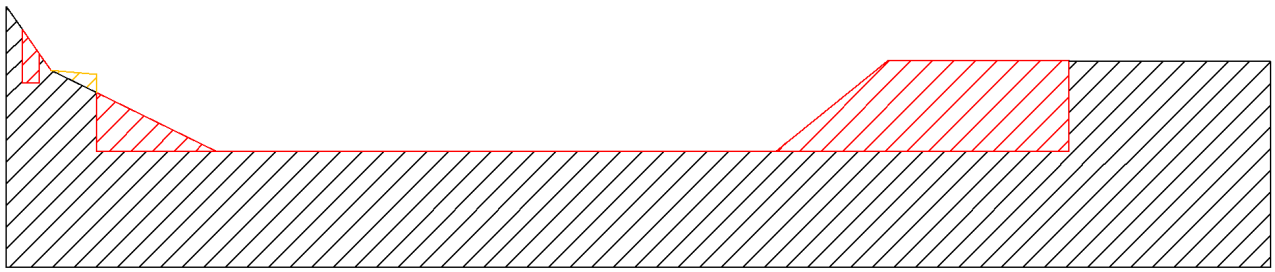


Figura 9. Rilievo di dettaglio del profilo traversa in stato di raffronto

Come si può osservare con le demolizioni la gaveta passa da una dimensione lineare di 11,63 m a 20,25 con un incremento del 75% della lunghezza lineare.

Se paragoniamo le aree libere di deflusso prima e dopo l'opera, andando ad adottare come altezza del flusso l'altezza delle ali quindi 1,88 m risulta che per la configurazione in stato esistente la sezione è pari a 27,79 m^2; in stato di progetto l'area risulta essere di 38,07 m^2. A parità di condizioni al contorno si ha un incremento dell'area libera di circa 37% e di conseguenza a parità di velocità transitante del flusso un incremento del 37% della portata transitante mantenendo sempre constante il livello del pelo libero. La riprofilatura della traversa è stata studiata per permettere, al rimanere costante della porte transitanti, una diminuzione dell'altezza del battente idrico e quindi una diminuzione del rischio idraulico.

3.2.2 Realizzazione del greager

Analizzate le criticità idrauliche precedentemente esposte si è deciso di realizzare uno scivolo creager per accompagnare la vena idrica.

Questa soluzione si è voluta adottare per diminuire il più possibile il livello del pelo libero per scongiurare l'inondamento della strada provinciale.

Altra motivazione è il cercare di allontanare il più possibile dalla traversa la creazione del risalto (elemento di passaggio ed energeticamente dissipativo tra una corrente veloce ad una corrente lenta) e spingerlo il più possibile lontano dal piede traversa.

Come si può osservare dalle tavole tecniche al piede della traversa è in progetto una fossa di circa 20 cm, questa in condizione di normal uso ha il fine di elemento attrattivo per l'ittiofauna e di conservazione della zona umida, in condizione di piena o portate superiori all'ordinaria, di elemento dissipativo per il risalto.

Per la definizione del profilo creager si è seguito la seguente progettazione idraulica.

Lo sfioratore greager può essere visto come uno stramazzo seguito da un profilo rigido di sfioro.

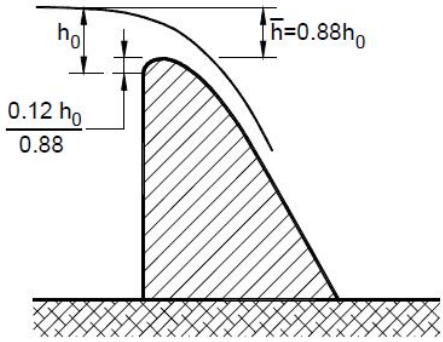


Figura 10. Schematizzazione del profilo Creager

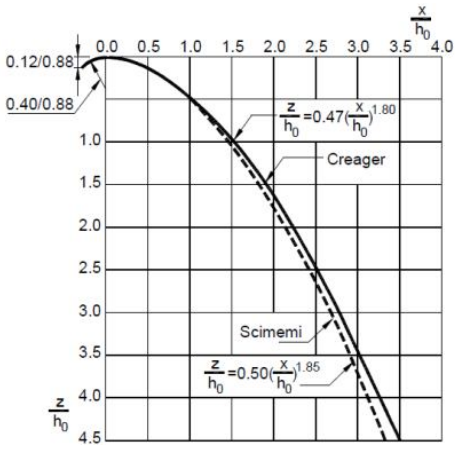


Figura 11. Curve caratteristiche del profilo Creager

Il profilo di sfioro della vena stramazzante per lo stramazzo in parete sottile è stato studiato da Creager (1917) e da Scimeni (1930) che hanno proposto rispettivamente le seguenti espressioni:

$$\frac{z}{0{,}88h_o^-} = 0{,}47\left(\frac{x}{0{,}88h_0^-}\right)^{1{,}80}$$

$$\frac{z}{0{,}88h_o^-} = 0{,}5\left(\frac{x}{0{,}88h_0^-}\right)^{1{,}85}$$

Il carico idraulico di riferimento è 0,88 h0 per tenere conto della contrazione iniziale per cui la superficie inferiore della vena si alza di 0,12 h0.

Il profilo di sfioro cambia in dipendenza del carico idraulico di monte h0. se si adotta un paramento uguale ad un profilo di sfioro relativo ad un fissato h0 per un carico uguale la vena si adagia sul paramento rimando a pressione atmosferica come nel caso in assenza del paramento stesso.

Per un carico inferiore la vena si adagia sul paramento andando in pressione perché il profilo di sfioro che le compete in assenza di vincoli è inferiore al paramento.

Conseguentemente applicando la conservazione dell'energia ad una singola linea di corrente se aumentano la pressione e la coordinata verticale h, l'energia cinetica diminuisce e quindi la velocità rispetto al caso di assenza di paramento.

Alla diminuzione della velocità corrisponde la diminuzione della portata effluente rispetto al caso di assenza di paramento.

Per un carico superiore la vena stramazzante non dovrebbe toccare il paramento perchè il corrispondente profilo di sfioro è più alto.

in realtà se non viene rifornita di aria la superficie inferiore del profilo di sfioro le particelle liquide per attrito con l'aria la trascinano via creando una depressione.

La vena per effetto della depressione si abbassa andando essa stessa in depressione nella parte inferiore il che comporta rispetto al corrispondente profilo si sfioro in assenza del paramento una ugual quota geodetica ed una pressione minore e quindi per la conservazione dell'energia una energia cinetica maggiore.

All'aumento della velocità corrisponde l'aumento della portata rispetto al caso di assenza di paramento.

Questa soluzione è stata ipotizzata e studiata per diminuire il battente idrico sulla traversa per i vari regimi di portata e permettere di diminuire il rischio idraulico della zona.

3.2.3 Paratoia mobile a rottura controllata

Analizzate le richieste dell'autorità amministrativa regionale si è deciso di passare alla progettazione semi esecutiva della paratoia mobile andandola ad implementare con un sistema di rottura controllata per permettere il massimo grado di sicurezza per l'eventuale abbattimento.

Per la definizione del ***Punto di Rottura*** si è per prima cosa dovuto definire le condizioni al contorno che generino questo avvenimento.

Attraverso la discussione con le amministrazioni provinciali e regionali la scelta è ricaduta sulle condizioni idrologiche in arrivo alla traversa di derivazione.

In prima analisi si aveva deciso di valutare la distribuzione delle portate medi giornaliere per la definizione del punto di rottura ma visto la distribuzione idrologica, riportata nella tabella e grafico seguente, si è osservato che anche impostare una portata di 10 m³/s in arrivo alla traversa questa si generava almeno per circa 4/5 giorni all'anno per cui la rottura si presentava per troppe volte durante la vita annuale dell'impianto.

Giorni	*Q traversa*	*DMV*	*Q disp*
[gg]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
10	9.274	0.134	9.140
30	7.212	0.134	7.078
50	5.303	0.134	5.169
60	4.073	0.134	3.939
80	2.376	0.134	2.242
91	1.731	0.134	1.597
130	0.849	0.134	0.715
182	0.772	0.134	0.638
190	0.734	0.134	0.600
270	0.372	0.134	0.238
355	0.153	0.134	0.019

Tabella 1. Valori di portata naturale, dmv e disponibile

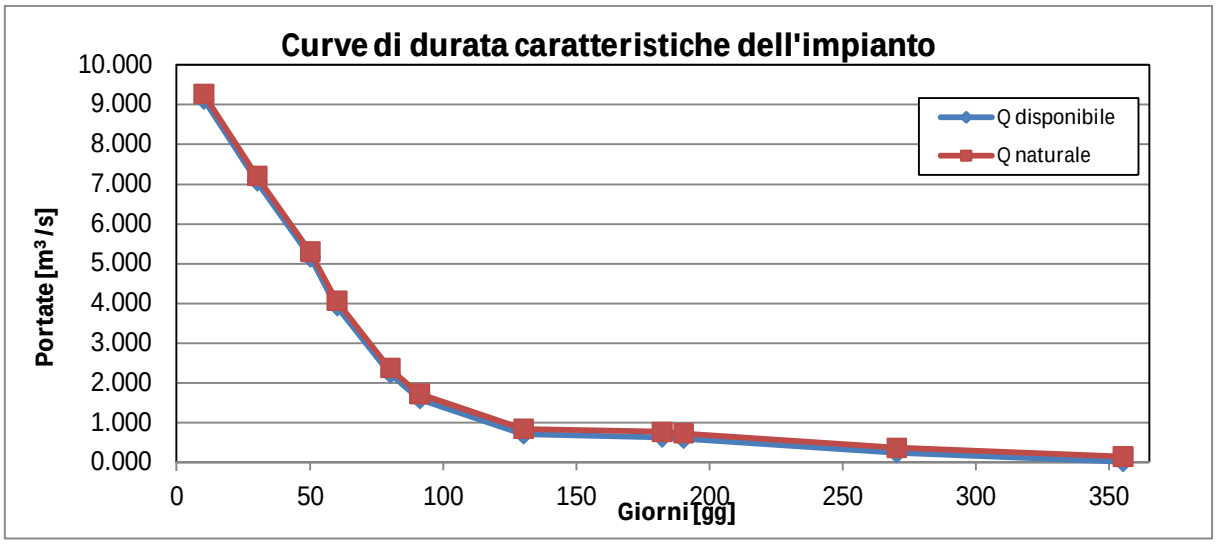


Figura 12. Andamento della scala di durata delle portata naturale alla derivazione

In seconda analisi si è passata a cercare di definire un limite idraulico attraverso le analisi delle verifiche idrauliche della zona ed il rispettivo rischio idraulico.

All'interno del Paino di Bacino del Torrente Arroscia la zona è interessata da esondazione con tempo di ritorno di 200 anni per cui per attenuare il rischio idraulico i livelli di piena devono essere inferiori a quelli della duecentennale in stato di fatto.

L'ammirazione pubblica ha richiesto anche la valutazione del rischio idraulico anche nella condizione in cui la paratoia, per strani motivi, non venga abbattuta. Questa condizione è stata scelta per la valutazione del limite di portata da stabilire per la rottura controllata della paratoia.

A seguito si riportano i valori di portata di piena definiti dal Piano di Bacino del Torrente Arroscia.

	S [km²]	**Tr_{50} [m³/s]**	**Tr_{200} [m³/s]**	**Tr_{500} [m³/s]**
T. Arroscia	85,70	590	850	1090

Tabella 2. Valori delle portate con assegnato tempo di ritorno

Analizzando le verifiche idrauliche e andando a verificare le carte con la definizione delle aree di esondazione si è deciso di adottare come portata di riferimento di rottura la portata con tempo di ritorno di 50 anni.

Questa scelta è scaturita seguendo le seguenti considerazioni: si è andati ad analizzare le altezze dei battenti in condizione di fatto (implementando il tratto definito dal Piano di Bacino con il rilievo di dettaglio), si è valutato i battenti generati con portata con tempo di ritorno 200 anni considerandola come condizione non superabile; seguentemente si è andati a simulare le condizioni di piena con paratoia alzata per descrivere l'incremento sui battenti generato dalla nuova condizione geometrica.

Ottenuti questi valori si sono paragonati.

Si è osservato che nella condizione di paratoia alzata e portata con tempo di ritorno 50 anni i livelli generati non superavano il livelli con portata con tempo di ritorno 200 anni in stato di fatto ma si posizionavano svariati metri più in basso garantendo la non esondabilità della zona.

Si riportano i valori considerando solo un intorno della zona senza riportare gli interi valori ottenuti dalla simulazione.

Si analizzano i valori dalla sezione 8.11 alla sezione 13.11 caratterizzate dalla presenza dei due ponti esistenti e quindi due discontinuità.

			Risultati allo stato di fatto			Risultati a paratoia alzata			DELTA Tr200 s, di f, e Tr50 p, a,		
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
8,11		Bridge									
8,2	Q(T50)	941	216,77	217,16	2,76	216,77	217,16	2,76			
8,2	Q(T200)	1360	219,03	219,56	3,23	219,03	219,56	3,23	2,26	2,4	0,47
8,2	Q(T500)	1637	218,81	219,61	3,96	218,81	219,61	3,96			
8,3	Q(T50)	941	216,78	217,16	2,76	216,78	217,16	2,76			
8,3	Q(T200)	1360	219,04	219,57	3,23	219,04	219,57	3,23	2,26	2,41	0,47
8,3	Q(T500)	1637	218,82	219,62	3,96	218,82	219,62	3,96			
9	Q(T50)	941	216,97	217,21	2,19	216,97	217,21	2,19			
9	Q(T200)	1360	219,3	219,63	2,54	219,3	219,63	2,54	2,33	2,42	0,35
9	Q(T500)	1637	219,23	219,71	3,07	219,23	219,71	3,07			
9,1	Q(T50)	590	217,07	217,24	1,84	217,07	217,24	1,84			
9,1	Q(T200)	850	219,49	219,66	1,85	219,49	219,66	1,85	2,42	2,42	0,01
9,1	Q(T500)	1090	219,47	219,76	2,38	219,47	219,76	2,38			
9,2	Q(T50)	590	217,04	217,28	2,2	217,04	217,28	2,2			
9,2	Q(T200)	850	219,43	219,71	2,38	219,43	219,71	2,38	2,39	2,43	0,18
9,2	Q(T500)	1090	219,36	219,84	3,07	219,36	219,84	3,07			
9,3	Q(T50)	590	216,99	217,32	2,55	216,99	217,32	2,55			
9,3	Q(T200)	850	219,38	219,75	2,7	219,38	219,75	2,7	2,39	2,43	0,15
9,3	Q(T500)	1090	219,28	219,91	3,52	219,28	219,91	3,52			
10,05	Q(T50)	590	216,9	217,45	3,3	216,9	217,45	3,3			
10,05	Q(T200)	850	219,31	219,87	3,33	219,31	219,87	3,33	2,41	2,42	0,03
10,05	Q(T500)	1090	219,15	220,12	4,36	219,15	220,12	4,36			
10,15	Q(T50)	590	216,61	217,73	4,69	216,61	217,73	4,69			
10,15	Q(T200)	850	219,06	220,09	4,49	219,06	220,09	4,49	2,45	2,36	-0,2
10,15	Q(T500)	1090	218,63	220,55	6,14	218,63	220,55	6,14			
10,75	Q(T50)	590	217,16	218,99	6	217,16	218,99	6			
10,75	Q(T200)	850	219,13	220,69	5,54	219,13	220,69	5,54	1,97	1,7	-0,46
10,75	Q(T500)	1090	219,07	221,7	7,17	219,07	221,7	7,17			
10,8	Q(T50)	590	219	219,29	2,39	219	219,29	2,39			
10,8	Q(T200)	850	220,61	220,92	2,48	220,61	220,92	2,48	1,61	1,63	0,09
10,8	Q(T500)	1090	221,71	222,05	2,6	221,71	222,05	2,6			

			Risultati allo stato di fatto			Risultati a paratoia alzata			DELTA Tr200 s, di f, e Tr50 p, a,		
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
10,9	Q(T50)	590	216,99	221,09	8,98	217,04	220,88	8,69			
10,9	Q(T200)	850	217,47	222,42	9,86	217,46	222,44	9,89	0,43	1,54	1,17
10,9	Q(T500)	1090	221,8	222,38	3,4	217,8	223,74	10,8			
10,92	Q(T50)	590	220,62	222,39	5,89	219,8	222,62	7,44			
10,92	Q(T200)	850	221,13	223,92	7,4	220,47	224,29	8,66	1,33	1,3	-0,04
10,92	Q(T500)	1090	221,68	225,21	8,32	221,05	225,63	9,48			
10,93	Q(T50)	590	219,69	223,43	8,57	219,39	223,97	9,49			
10,93	Q(T200)	850	220,29	225,12	9,74	219,98	225,75	10,64	0,9	1,15	0,25
10,93	Q(T500)	1090	220,81	226,47	10,54	220,49	227,11	11,4			
10,94	Q(T50)	590	219,39	224,3	9,82	219,17	225,02	10,71			
10,94	Q(T200)	850	220,27	225,81	10,43	219,99	226,64	11,43	1,1	0,79	-0,28
10,94	Q(T500)	1090	221	227,02	10,87	220,68	227,84	11,85			
10,95	Q(T50)	590	219,28	224,81	10,42	219,38	225,47	10,94			
10,95	Q(T200)	850	220,02	226,33	11,13	220,34	226,96	11,39	0,64	0,86	0,19
10,95	Q(T500)	1090	220,58	227,58	11,72	221,09	228,18	11,8			
11	Q(T50)	590	222,81	225,15	6,81	224,11	225,92	6			
11	Q(T200)	850	223,73	226,68	7,66	225,13	227,4	6,75	-0,38	0,76	1,66
11	Q(T500)	1090	224,48	227,95	8,32	226,17	228,66	7,07			
11,05	Q(T50)	590	222,74	225,18	6,94	225,39	226,03	3,59			
11,05	Q(T200)	850	223,64	226,72	7,82	226,64	227,54	4,26	-1,75	0,69	4,23
11,05	Q(T500)	1090	224,44	227,97	8,39	227,77	228,8	4,61			
11,06	Q(T50)	590	223,31	225,24	6,22	225,27	226,09	4,09			
11,06	Q(T200)	850	224,42	226,79	6,94	226,49	227,61	4,8	-0,85	0,7	2,85
11,06	Q(T500)	1090	225,34	228,05	7,46	227,57	228,9	5,27			
11,1	Q(T50)	590	224,43	225,55	4,77	225,43	226,19	3,94			
11,1	Q(T200)	850	225,68	227,12	5,44	226,69	227,73	4,63	0,25	0,93	1,5
11,1	Q(T500)	1090	226,69	228,39	5,94	227,79	229,02	5,09			
11,2	Q(T50)	590	224,19	225,84	5,8	225,32	226,34	4,58			
11,2	Q(T200)	850	225,37	227,44	6,53	226,52	227,91	5,37	0,05	1,1	1,95
11,2	Q(T500)	1090	226,29	228,75	7,14	227,55	229,24	5,93			
11,8	Q(T50)	590	225,73	226,19	3,02	226,15	226,55	2,81			
11,8	Q(T200)	850	227,21	227,82	3,46	227,61	228,16	3,28	1,06	1,27	0,65
11,8	Q(T500)	1090	228,43	229,17	3,81	228,84	229,52	3,63			

			Risultati allo stato di fatto			Risultati a paratoia alzata			DELTA Tr200 s, di f, e Tr50 p, a,		
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
11,9	Q(T50)	590	225,59	226,57	4,39	226,08	226,82	3,81			
11,9	Q(T200)	850	227,2	228,11	4,22	227,62	228,39	3,88	1,12	1,29	0,41
11,9	Q(T500)	1090	228,48	229,41	4,28	228,9	229,71	4			
12	Q(T50)	590	225,16	228,86	8,53	225,16	228,86	8,53			
12	Q(T200)	850	227,31	229,73	6,88	227,3	229,73	6,9	2,15	0,87	-1,65
12	Q(T500)	1090	228,21	231,02	7,44	228,21	231,02	7,44			
12,1	Q(T50)	590	225,09	228,98	8,74	225,09	228,98	8,74			
12,1	Q(T200)	850	227,8	229,79	6,26	227,8	229,79	6,25	2,71	0,81	-2,48
12,1	Q(T500)	1090	228,74	231,09	6,8	228,74	231,09	6,79			
12,11		Bridge									
12,2	Q(T50)	590	228,58	229,31	3,77	228,58	229,31	3,77			
12,2	Q(T200)	850	233,83	234,24	2,84	233,83	234,24	2,84	5,25	4,93	-0,93
12,2	Q(T500)	1090	235,4	235,92	3,17	235,4	235,92	3,17			
12,3	Q(T50)	590	228,59	229,31	3,77	228,59	229,31	3,77			
12,3	Q(T200)	850	233,83	234,24	2,84	233,84	234,25	2,84	5,24	4,93	-0,93
12,3	Q(T500)	1090	235,41	235,92	3,17	235,41	235,92	3,17			
13	Q(T50)	590	229,35	229,47	1,57	229,35	229,47	1,57			
13	Q(T200)	850	234,24	234,3	1,09	234,24	234,3	1,09	4,89	4,83	-0,48
13	Q(T500)	1090	235,91	235,99	1,19	235,91	235,99	1,19			
13,1	Q(T50)	590	229,3	229,49	1,97	229,3	229,49	1,97			
13,1	Q(T200)	850	234,22	234,3	1,28	234,23	234,31	1,28	4,92	4,81	-0,69
13,1	Q(T500)	1090	235,9	235,99	1,36	235,9	235,99	1,36			
13,11		Bridge									

Tabella 3. Raffronto tra i valori di battente nelle verifiche idrauliche

Come si può osservare quasi tutte le differenze risultano positive, questo vuol dire che i livelli in stato di fatto (Tr200 anni) risultano più alti di quelli in stato di progetto con paratoia alzata e con tempo di ritorno di 50 anni.

Possiamo anche osservare che nelle sezioni a monte rispetto alla centrale (dalla 11 crescendo numericamente) si hanno dei valori positivi anche di un paio di metri per culminare con 5,25 m per la sezione 12,3.

Questo fa si che i livelli possibili per una piena con tempo di ritorno 50 anni ed in condizioni di paratoia non abbattuta generano dei battenti che non vanno a definire l'innondabilità delle zone, per

cui si decide di adottare come portata di riferimento la portata Tr 50 per far si che si abbia la rottura controllata della paratoia in caso di un suo mal funzionamento nel cinematismo di abbattimento.

Definita la portata di riferimento si è passati a definire la Forza che si dovrà applicare per la rottura.

La forza di riferimento è composta da due elementi sensibili, la componente idrostatica del battente che si viene a generare sul battente e sulla paratoia stessa e la componente cinetica funzione della velocità della corrente.

Forza di progetto = Pressione idrostatica + Componente Cinetica

Nel nostro caso l'identificazione della componente cinetica risulta assai complicata visto la valutazione e simulazione con modelli idrodinamici, per cui si adotta per la dimesionalizzazione degli elementi meccanici di rottura la sola componente idrostatica.

Questa semplificazione può essere adottata visto che è una condizione di sicurezza perchè la sola componente idrostatica risulterà sempre più piccola rispetto alla risultante.

Il battente che si viene a generare sul coronamento della traversa con paratoia alzata per portata con tempo di ritorno di 50 anni risulta circa di 3,90 m.

Se al valore soprascritto si va a sommare l'altezza della paratoia si ha una colonna d'acqua che insiste sulla traversa di 5,50 m.

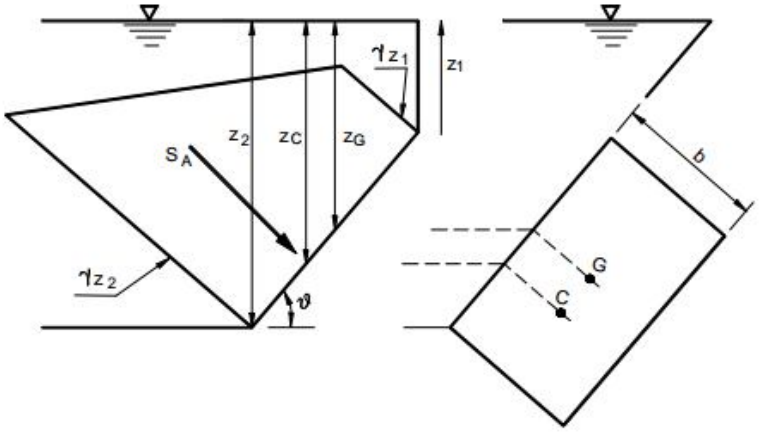


Figura 13. Andamento delle pressioni idrostatiche

$$A = b\,(z_2 - z_1) / \operatorname{sen}\vartheta$$

$$z_G = z_1 + (z_2 - z_1)/2 = (z_1 + z_2) / 2$$

$$S_A = \gamma\, z_G\, A = \gamma\,(z_1 + z_2) / 2\,(z_2 - z_1) / \operatorname{sen}\vartheta = \gamma\, b\,(z_2^2 - z_1^2) / (2 \operatorname{sen}\vartheta)$$

$$z_C = \frac{2}{3}\,\frac{z_2^3 - z_1^3}{z_2^2 - z_1^2}$$

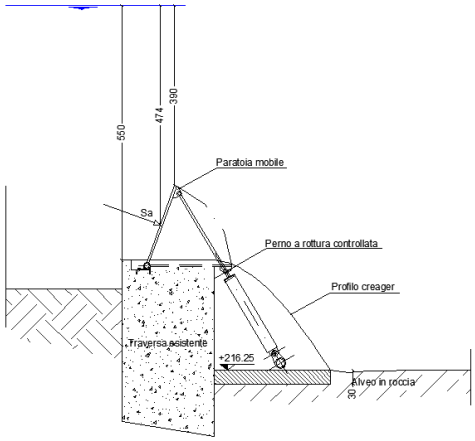


Figura 14. Schematizzazione della paratoia e della portata caratteristica di piena

Possiamo così definire i termini dell'equazione che va a descrivere la nostra condizione a progetto.

Z_1= 3,90 m

Z_2= 5,50 m

Θ= 70°

S_A= 78.505 N/m===>7.850 Kg/m

Z_c= 4,74 m

Forza=Sa*L=7.850*20===>157.000 Kg

Per definire la forza che si esercita su ogni singolo pistone (4 pistoni presenti) si è andati a dividere la forza generale per i 4 pistoni, definendo ogni spinta - forza di ogni singolo pistone; attraverso la trasposizione dei momenti si è andati a calcolare la forza che si distribuisce nel pistone e nelle sue componenti.

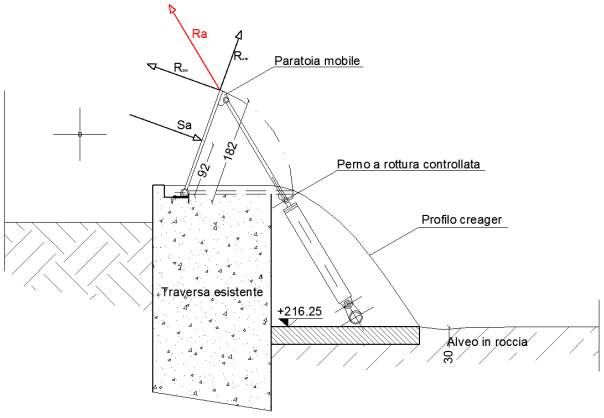


Figura 15. Schematizzazione delle forze che agiscono sulla paratoia e pistoni

Forza=Sa*L/4=7.850*20/4===>39.250 Kg

Forza*0,92 m=R_{per}*1,82 m

R_{per}=Forza*0,92/1,82===>19.840 Kg

Ra=R_{per}*sen40°===>12.753 kg

Si definisce così la forza longitudinale al pistone, la quale si distribuirà a taglio sul bullone, a rottura controllata, il quale dovrà collassare per una forza pari a 12.753 Kg. Definita la forza di taglio, con la quale i bulloni della paratoia devono collassare per garantire il livello di sicurezza richiesto, vengono analizzate le tabelle dei dati caratteristici dei bulloni in commercio per definirne la tipologia.

Per decidere quale bullone è adatto all'uso si deve trasformare la forza definita in Kg in kN.

Ra===>12.753 kg===>125,10 KN

Definita la forza espressa in KN pari a 125,10 KN si è scelto attraverso la tabella riportata a seguito il bullone adatto. La scelta è caduta su un bullone M27 (diametro 27 mm) classe di resistenza 5.6.. Come si può osservare dalla tabella il taglio massimo assorbibile dal bullone M27 è pari a 121,53 KN, valore più piccolo della forza generata da un livello idrico caratteristico per una portata con tempo di ritorno di 50 anni. Per cui anche la scelta del bullone è stata effettuata in condizioni di sicurezza.

5.3 - MASSIMO TAGLIO **V [kN]** ASSORBIBILE DA UN BULLONE IMPEGNATO NELLA ZONA NON FILETTATA PER OGNI PIANO DI TAGLIO

Diametro	4.6	5.6	8.8	10.9
M12	19,17	23,96	44,75	55,93
M14	26,13	32,66	60,98	76,23
M16	34,11	42,63	79,60	99,49
M18	43,10	53,87	10,58	125,73
M20	53,28	66,60	124,34	155,43
M22	64,48	80,60	150,48	188,10
M24	76,60	95,87	178,99	223,74
M27	97,23	121,53	226,91	283,63
M30	119,98	149,95	279,97	349,96

Tabella 4. Caratteristiche dei bulloni

Viste le approssimazioni fatte con ampio grado di sicurezza sia per la definizione della forza agente sul bullone sia sulla scelta del materiale con limite di rottura inferiore a quello definito a progetto questo fa si che vi siano le condizioni necessarie per la rottura dei supporti dei pistoni e della paratoia garantendo un abbattimento istantaneo del sistema meccanico.

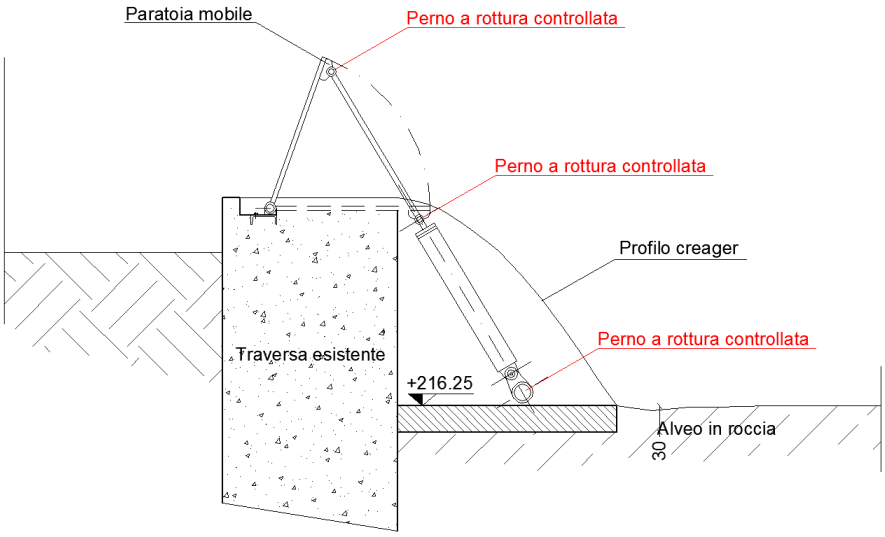


Figura 16. posizionamento dei perni a rottura controllata

3.2.4 Verifica del funzionamento del dispositivo per il rilascio del DMV

Come evidenziato nella relazione idrologica si è giunti a determinare la portata rilasciata a valle della traversa nella misura di 134 l/s.

Dato il suddetto valore di DMV si è deciso di scinderlo in due parti, 44 l/s verranno fatti entrare all'interno della scala di rimonta per l'ittiofauna garantendo così velocità e condizioni fisiche che permettano una rimonta agevolata all'ittiofauna presente.

Gli altri 90 l/s verranno fatti tracimare sul coronamento della traversa.

La su scritta portata genererà un battente di 2 cm sul coronamento della traversa, questa soluzione è stata scelta per avere un inserimento ambientale dell'opera ottimale e non lasciare mai in "asciutta" la traversa.

Il rilascio all'interno della scala di rimonta verrà garantito mediante due stramazzi posti in sponda destra aventi sezione rettangolare di dimensione 0,35 x 0,18 cm, i cui coronamenti saranno posti a 220,05 m.s.l.m. e 218,45 m.s.l.m.

Entrambe gli stramazzi andranno ad alimentare la scala di rimonta per l'ittiofauna posta immediatamente a valle della traversa di derivazione, il loro funzionamento però non avverrà in contemporanea.

Lo stramazzo superiore verrà attivato solo in caso di impianto in funzione, (paratoia completamente alzata); mentre in caso di fermo impianto (paratoia completamente abbassata) sarà in funzione solamente lo stramazzo posto a quota inferiore, il quale verrà attivato alzando la saracinesca posta al suo imbocco.

La scala sarà in contatto con gli stramazzi attraverso un piccolo canale (scavato all'interno della roccia) il quale unirà la settimana vasca al livello del coronamento della traversa.

In prima analisi si era scelto di far funzionare il secondo stramazzo come uno stramazzo rigurgitato, ma visto le considerazioni effettuate durante la riunione e volendo garantire un livello di funzionamento molto più alto senza effettuare particolari manutenzioni la scelta è ricaduta sulla realizzazione dei due semplici stramazzi a larga soglia.

Questa tipologia di opera garantirà il funzionamento della traversa in qualsiasi momento del regime idrologico.

Di seguito si riporta la verifica dello stramazzo per il rilascio della portata di DMV e per la conseguente alimentazione della scala per la rimonta dell'ittiofauna.

Si ricorda che lo stramazzo superiore verrà attivato in caso di impianto in funzione, in tal caso il pelo libero verrà mantenuto costante ad una quota di 220,23 m s.l.m

In caso di fermo impianto verrà attivato lo stramazzo inferiore, in questa configurazione il pelo libero minimo è impostato dalla quota del coronamento della traversa, e cioè 218.63 m s.l.m.

In entrambe i casi all'interno dei due stramazzi il tirante idrico minimo garantito sarà di 0,18 m ovvero 18 cm.

Per valutare il passaggio del DMV viene utilizzata la relazione valida per lo stramazzo rettangolare a larga soglia:

$$Q = 0{,}385 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

- b è la larghezza della bocca, pari a 0,35 m
- h è il tirante idraulico all'imbocco dello stramazzo, pari a 0,18 m
- g è l'accelerazione di gravità

Pertanto, applicando i suddetti valori alla formula precedentemente riportata si ottiene:

$$Q = 0{,}385 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}18 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}18} = 0{,}045\ m^3/s$$

Dai calcoli effettuati risulta quindi che entrambe gli stramazzi sono verificati per il rilascio della portata di DMV pari a 45 l/s.

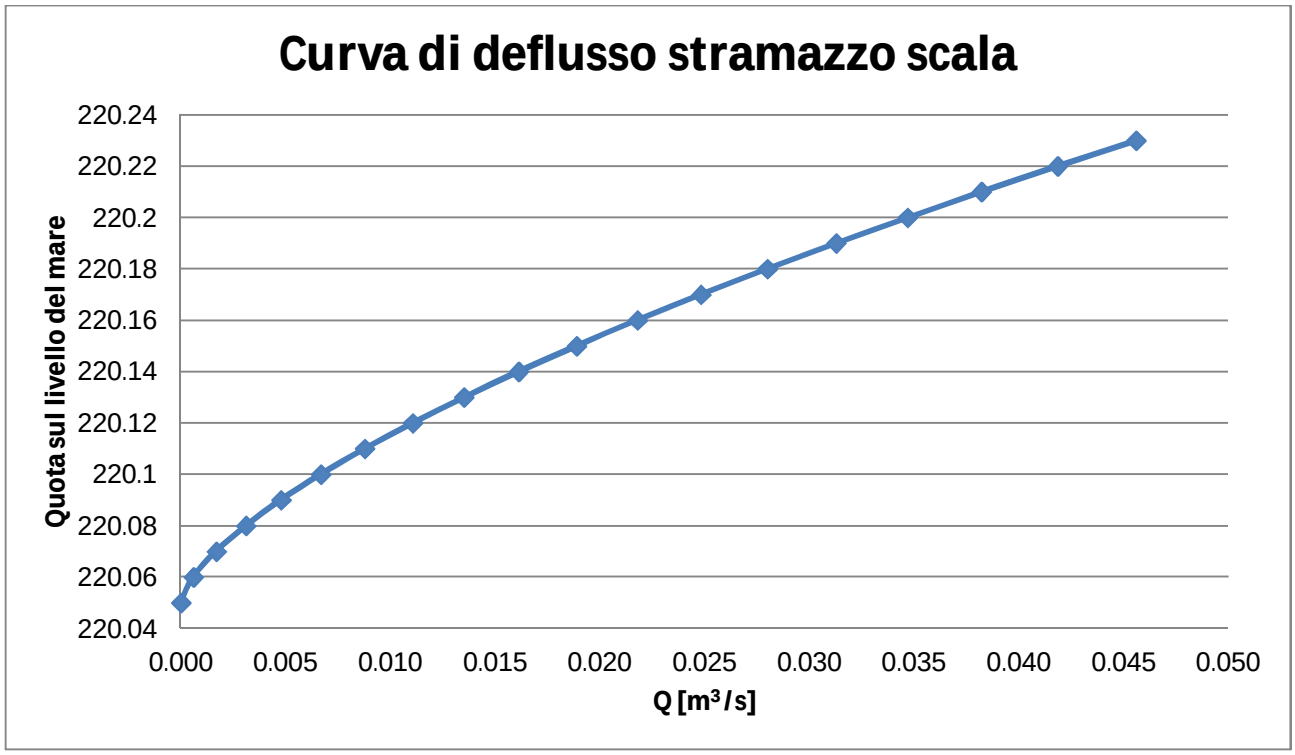


Figura 17. Curva di deflusso dello stramazzo della scala di rimonta per l'ittiofauna

Per la definizione delle tabelle caratteristiche delle portate e dei grafici di funzionamento degli stramazzi e della scala di rimonte per l'ittiofauna si rimanda alla relazione ittiologica.

3.2.5 Zona attrattiva ai piedi di greager e in prossimità della scala di rimonta.

Ai piedi del creager verrà realizzata una "pozza" la quale svolgerà una doppia funzione: la prima di dissipare l'energia del risalto in caso di piena il quale verrà a generarsi ai piedi della traversa e di conseguenza allontanarlo il più possibile.

La seconda funzione, la preponderante in condizioni di funzionamento dell'impianto e il generarsi di un abbassamento del fondo del torrente (circa 20 cm) nei quali si manterrà una certa quantità di acqua la quale risulterà zona di calma e attrattiva per le specie ittiche.

Anche nella zona del diffusore della centrale, realizzato mediante un diffusore conico posto al di sotto dell'edificio della centrale verrà realizzata una fossa di dissipazione delle dimensioni indicative di 5 x 3 m ricavata mediante abbassamento del fondo alveo ed eventualmente rivestita in massi di grosse dimensioni qualora non ci si possa avvalere della protezione naturale dell'affioramento roccioso presente.

La parte terminale del diffusore canale verrà ammorsata in una piccola scogliera in progetto costituita da massi naturali con intasamento degli interstizi mediante del calcestruzzo e realizzata in modo da non modificare in alcun modo il profilo esistente della sponda.

Le acque saranno pertanto rilasciate nel torrente Arroscia dalle quali sono state derivate.

A fine lavori verranno necessariamente eseguite delle opere di sistemazione spondale, arginatura e sistemazione della bocca di scarico.

4 REGOLA OPERATIVA DELL'IMPIANTO

L'impianto funzionerà a livello costante; il pelo libero a monte della traversa di derivazione sarà mantenuto agendo sulla paratoia abbattibile posta sul coronamento della traversa.

PERIODO DI FERMO IMPIANTO PER MANUTENZIONE

Nel periodo in cui l'impianto non sarà in funzione per operazioni di manutenzione da eseguire sulle parti meccaniche (macchina idraulica o sgrigliatore) la paratoia di impianto sarà completamente abbassata così come la paratoia mobile posta sulla traversa.

Il flusso in arrivo dal T. Arroscia sfiorerà sul coronamento della traversa di derivazione, mentre una parte di esso andrà ad alimentare la scala di rimonta per l'ittiofauna mediante lo stramazzo posto a quota 218,45 m s.l.m.

PORTATA IN ARRIVO COMPRESA TRA 0 E 135 l/s

Per portate in arrivo alla traversa di derivazione inferiori a 133 l/s l'impianto sarà inattivo.

La paratoia di impianto sarà completamente abbassata così come la paratoia mobile posta sulla traversa.

Il flusso in arrivo dal T. Arroscia sfiorerà sul coronamento della traversa di derivazione, mentre una parte di esso andrà ad alimentare la scala di rimonta per l'ittiofauna mediante lo stramazzo posto a quota 220,05 m s.l.m.

PORTATA IN ARRIVO COMPRESA TRA 134 E 3.134 l/s

Nel periodo in cui all'interno del T. Arroscia transiterà una portata compresa tra 134l/s e 3.134 l/s l'impianto funzionerà come precedentemente detto a livello costante

La paratoia mobile posta sulla traversa sarà innalzata ed il livello a monte della traversa sarà impostato ad una quota di 220,23 m s.l.m.

PORTATA IN ARRIVO MAGGIORE DI 3.134 l/s E 10.000 l/s

Per portate in arrivo sulla traversa di derivazione comprese tra 3.134 l/s e 10.000 l/s il PLC di centrale andrà a comandare l'abbattimento della paratoia a step in modo da ridurre l'ingresso di flusso nel canale derivatore, fino al raggiungimento di una portata turbinata inferiore alla massima concessa. Contemporaneamente, dato l'incremento di livello che andrà a realizzarsi a monte della traversa di derivazione, il PLC comanderà l'abbassamento della paratoia mobile sulla traversa in modo da riportare il pelo libero alla quota di 220,23 m s.l.m.

Si è scelto di avere come abbassamento massimo quello generato dalla portata 10.000 l/s visto che le condizioni idrologiche determinano una portata Q_{10} pari 9.274 l/s quindi una condizione assai poco presente e con elevata portata durante l'anno.

Si riporta qui a seguito la tabella riassuntiva degli abbassamenti della traversa per permettere il defluire delle portata dalla traversa.

Giorni	Q naturale	Q derivata	Qril. Trav	Qril. scala	Abbassamento trav.	h stram scala.	Vel. Scala
[gg]	[m³/sec]	[m³/sec]	[m³/sec]	[m³/sec]	[m]	[m]	[m/sec]
10	9,274	3,00	6,229	0,045	0,337	0,18	0,72
30	7,212	3,00	4,167	0,045	0,258	0,18	0,72
50	5,303	3,00	2,258	0,045	0,017	0,18	0,72
60	4,073	3,00	1,028	0,045	0,102	0,18	0,72
71	3,134	3,00	0,089	0,045	0,02	0,18	0,72
80	2,376	2,24	0,089	0,045	0,02	0,18	0,72
91	1,731	1,60	0,089	0,045	0,02	0,18	0,72
130	0,849	0,71	0,089	0,045	0,02	0,18	0,72
182	0,772	0,64	0,089	0,045	0,02	0,18	0,72
190	0,734	0,60	0,089	0,045	0,02	0,18	0,72
190	0,734	0,00	0,689	0,045	0,077	0,18	0,72
270	0,372	0,00	0,327	0,045	0,047	0,18	0,72
355	0,153	0,00	0,108	0,045	0,022	0,18	0,72

Tabella 5. Abbassamenti caratteristici della paratoia in funzione del regime delle portate naturali

PORTATA IN ARRIVO PROSSIMA ALLA PORTAT DI COLLASSO 590.000 l/s

Per portate prossime alla portata con tempo di ritorno 50 anni la paratoia dovrebbe essere già abbattuta, se questo non avvenisse la progettazione della paratoia a rottura controllata e i bulloni medesimi garantiranno l'abbattimento della paratoia.

Questo si genererà visto che la forza di taglio generata dalla corrente sarà superiore alla resistenza del materiale. Il collasso dei pistoni e dei rispettivi bulloni permetteranno la caduta repentina della traversa se questa non funzionasse.

5 CONCLUSIONI

Il fine ultimo di questa relazione è stato l'analizzare le criticità idrauliche e tecniche se si erano riscontrate durante la riunione collettiva con il team di progettazione e le autorità amministrative sia regionali che provinciali.

Queste criticità sono state analizzate sotto l'aspetto puramente tecnico idraulico e di conseguenza sono state apportate delle modifiche e migliorie sotto l'aspetto puramente tecnico al progetto già realizzato.

Con queste caratteristiche si può andar a dire in totale sicurezza che l'opera rispetta le condizioni di sicurezza idraulica e a maggior ragione va a limitare e diminuire il pericolo idraulico ora presente.

Per affrontare sotto l'aspetto puramente plano altimetrico la problematica idraulica e vedere il miglioramento della situazione si rimanda alla Relazione idraulica e le tavole tecniche ad essa allegate.