Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
02	09-2014	Terza emissione a seguito relazione istruttoria n° 565 del 08-04-2014 Class.fasc.2014/G13.17.1/2 - PROCEDURA DI SCREENING		✓		✓		
01	10-2013	Seconda emissione-Istanza di Autorizzazione Unica		✓		✓		
00	06-2013	Prima emissione-Richiesta Concessione di Derivazione		✓		✓		

ing. ANDREA CASARIN
ingegneria civile e ambientale

via E.Bongioanni, 44/a - 31044 Montebelluna (TV)
C.F.: CSR NDR 77R01 F443V P.I. 04192270264
tel. 0423.600712 - fax. 0423.3445047 - cell. 347.3754915
email: ingcasarin@gmail.com - P.E.C. andrea.casarin@ingpec.eu

Committente:

SEAM
Società' Energetica Alpi del Mare
P. IVA 01422600088
C.so Garibaldi 126 18038
Sanremo (IM)

Tav. n°: | di n°:

Codice elaborato: R-I-02

Scale:

Oggetto:

----------PROGETTO DEFINITIVO----------

Progetto di un impianto idroelettrico ad acqua fluente sul torrente Mogliana in località "San Siro Foce"

Elaborato:

Relazione idraulica

Regione:	Provincia:	Comune:
Liguria	Genova	Mezzanego
Data:	**Disegnatore:**	**File:**
Settembre 2014	ing. Andrea Casarin	Cop.Rel._rev02.dwg

Il tecnico:

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI TREVISO
A 3173
Dott. Ing. ANDREA CASARIN

Casarin Andrea ingegnere
Ordine Ingegneri Provincia di Treviso n° A3173

Ai termini di legge si riserva la proprietà di questo elaborato che non potrà essere riprodotto, duplicato, e/o reso noto a terzi in tutto e/o in parte privo di firma autografa e del timbro o senza autorizzazione, secondo quanto previsto dalla Legge 22.04.41 n.° 633 - art. 2575

INDICE

1. Introduzione 2
2. Descrizione delle opere idrauliche e dimensionamento 3
3. Portata di minimo deflusso vitale 10
4. Scala di risalita per la fauna ittica 51
5. Strumenti di misura 54
6. Dimensionamento condotta di adduzione 56
7. Stima delle portate di piena del corso d'acqua 60
8. Verifica idraulica dell'opera di progetto con Tr 100 anni e Tr 200 anni opera di presa e restituzione 64
9. Effetti di rigurgito e del trasporto solido 71

1. Introduzione

Il presente elaborato è la relazione idraulica relativa al progetto di un impianto idroelettrico ad acqua fluente sul torrente Mogliana, in località "San Siro Foce", affidato al tecnico scrivente su incarico della ditta SEAM Società energetica Alpi del Mare, con sede in via Corso Garibaldi , 126 a Sanremo (IM).

La relazione recepisce quanto emerso dalla RELAZIONE ISTRUTTORIA n° 565 del 08-04-2014 Class.fasc. 2014/G13.17.1/2 – PROCEDURA DI SCREENING (art. 10 della l.r. n.38/98 e art. 20 d.lgs 152/06 e ss.mm.ii.)

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di una traversa di presa, posta immediatamente a valle della confluenza tra il torrente Mogliana e il suo tributario Rio Fossetto, con lo scopo di intercettare le acque da convogliare al dissabbiatore e alla vasca di carico attraverso una bocca di presa. Il livello del pelo morto superiore è pari a 438.50 m s.l.m. Dall'opera di presa partirà una condotta in PRFV in pressione di diametro DN500 e lunghezza pari a circa 1020 metri fino alla centrale di produzione. Le acque verranno turbinate da una turbina tipo Pelton ad asse verticale, con il livello di Pelo morto inferiore pari a 322.56 m s.l.m., per un salto idraulico lordo pari a 115.94 m. Le acque verranno restituite al torrente Mogliana a quota 315.24 m s.l.m. attraverso un canale interrato, composto da una tubazione in calcestruzzo, di lunghezza pari a 13.50 metri circa. Allo sbocco del canale di scarico si prevede di realizzare un manufatto di dissipazione protetto da una griglia antintrusione.

L'impianto sarà del tipo ad acqua fluente. I criteri di progettazione delle opere infrastrutturali e di utilizzo della risorsa idrica prevedono come obiettivo primario il massimo rispetto per le condizioni ambientali e paesaggistiche e la massimizzazione della producibilità dell'impianto per il miglior utilizzo della risorsa disponibile. L'opera di presa e la centrale di produzione verranno realizzate quanto più interrate allo scopo di limitare l'impatto visivo e ambientale delle opere.

Da non dimenticare che il fine dell'opera è comunque l'incremento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (nel rispetto degli obiettivi di pianificazione internazionale e nazionale in materia energetica).

Con gli adeguamenti progettuali previsti a seguito delle richieste emerse in sede di istruttoria sono stati modificati i dati caratteristici della derivazione come di seguito riportato. La giustificazione dettagliata numerica è riportata nella relazione idrologica al paragrafo dedicato alla stima della producibilità dell'impianto ed al calcolo dei suoi parametri caratteristici. L'impianto, derivando una portata media di 117 l/s, su un salto geodetico lordo di 115.94 m produrrà una potenza nominale di 132.99 kW, con una produzione di energia stimata in 950,537 kWh/anno, con un risparmio annuo stimato in circa 209 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) e 884 tonnellate di CO_2.

In questa ottica, fissati i siti più adatti alla realizzazione dell'opera, la ditta richiedente ha incaricato lo scrivente professionista alla redazione del progetto, da presentare come allegato all'istanza di concessione.

2. Descrizione delle opere idrauliche e dimensionamento

L'impianto idroelettrico oggetto del presente studio prevede la realizzazione di una derivazione in sponda sinistra del torrente Mogliana immediatamente a valle della confluenza tra il Mogliana stesso e il suo tributario Rio Fossetto in località "San Siro Foce" del comune di Mezzanego (GE).
L'impianto sarà composto da tali opere:

- Opera di presa costituita da una traversa e bocca di presa, localizzata in sponda sinistra.
- Luce rilascio DMV e scala di rimonta per la fauna ittica di tipo boulder bars;
- Dissabbiatore e vasca di carico completamente interrati;
- Condotta di adduzione di diametro DN500 in PRFV della lunghezza di circa 1020m;
- Edificio di produzione e canale di scarico dotato di manufatto di restituzione al Mogliana.

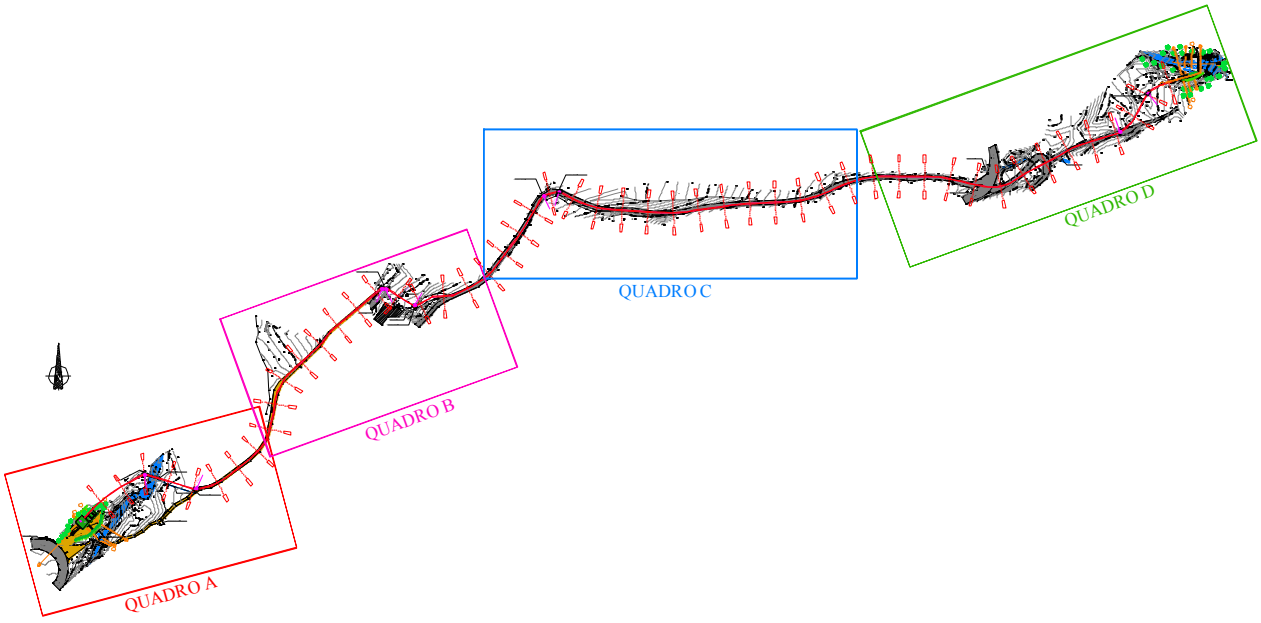


Fig. 5: *Planimetria generale impianto idroelettrico-Quadro unione elementi.*

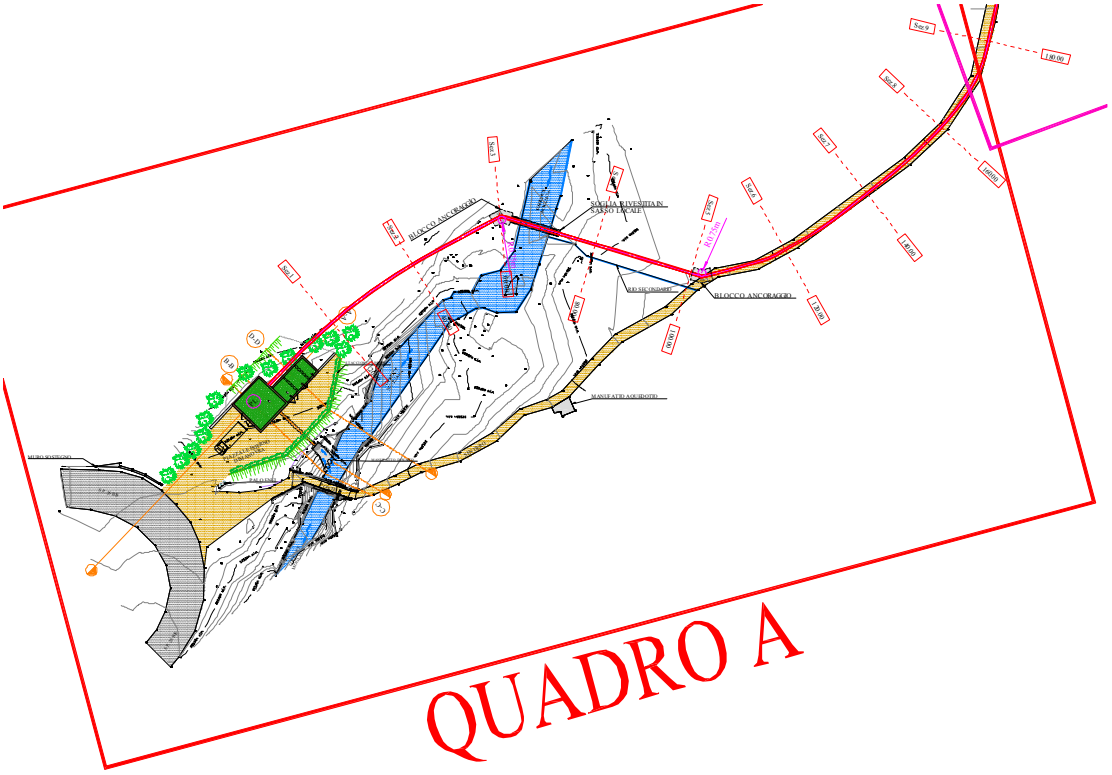


Fig. 5: *Planimetria generale impianto idroelettrico-Quadro A.*

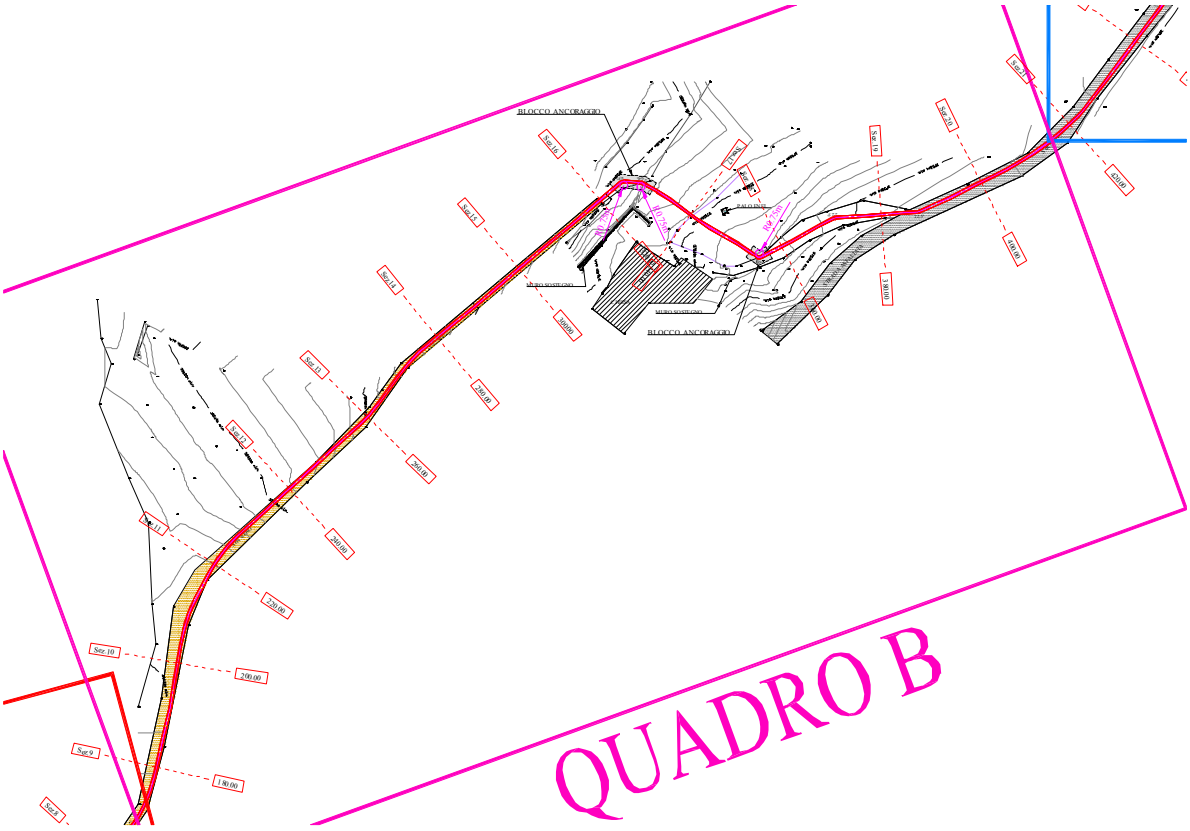


Fig. 5: *Planimetria generale impianto idroelettrico-Quadro B.*

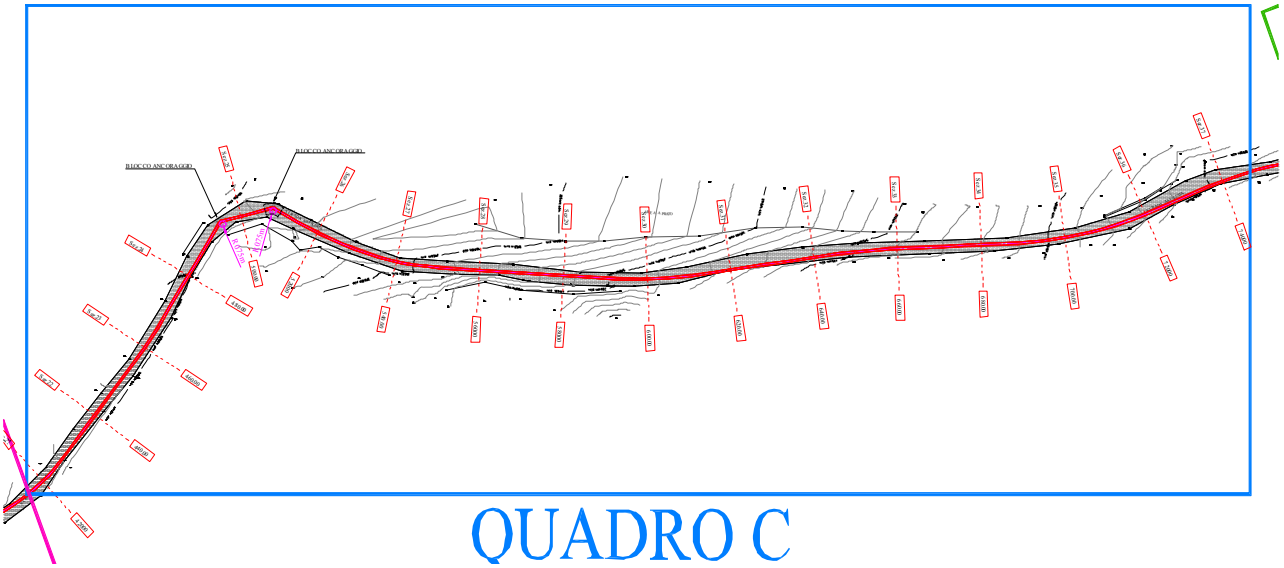


Fig. 5: *Planimetria generale impianto idroelettrico-Quadro C.*

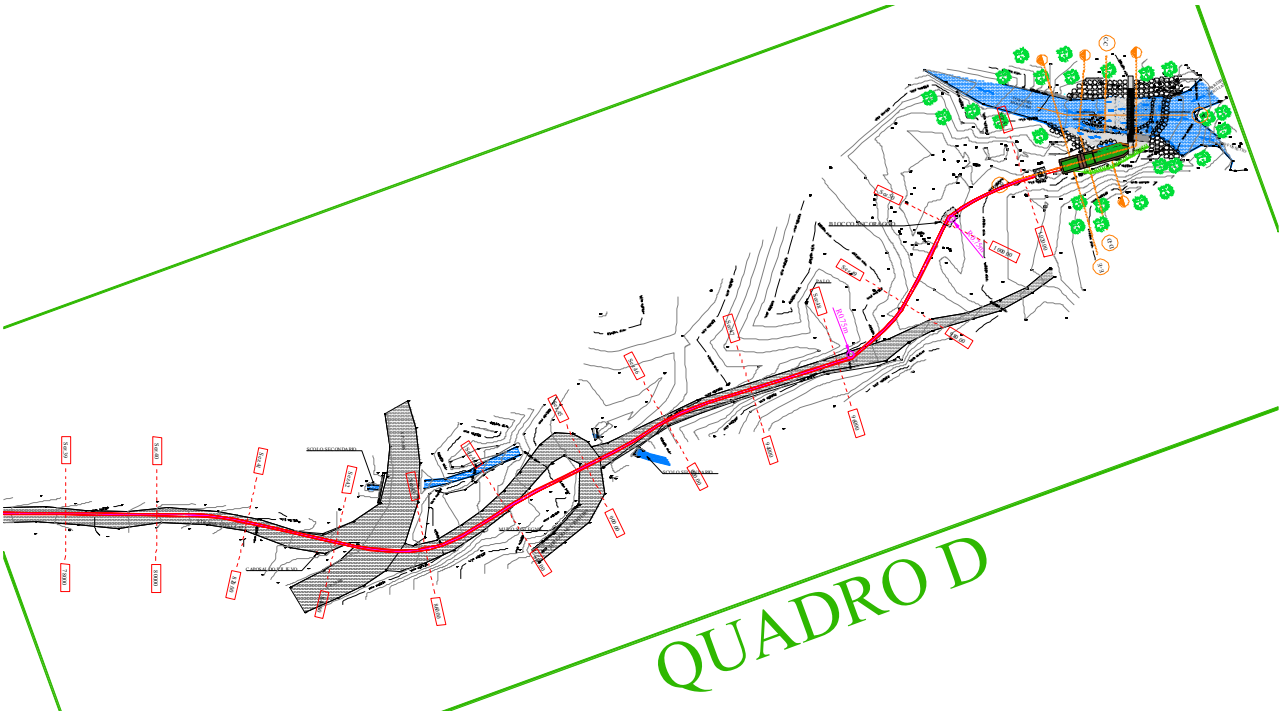


Fig. 5: *Planimetria generale impianto idroelettrico-Quadro D.*

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di una traversa di presa il cui ciglio sfiorante è posto a quota 439.16 m s.l.m..Tale opera è necessaria per convogliare le acque verso il dissabbiatore e la vasca di carico. La traversa di presa sarà dotata di una luce sfiorante per il rilascio del DMV minimo assunto pari a 26 l/s secondo quanto previsto dal Piano di Tutela Acque considerando i fattori correttivi previsti, per

l'alimentazione della scala di risalita per la fauna ittica. Inoltre verrà installata una paratoia sghiaiatrice per l'allontanamento del materiale litoide di deposito.

La bocca di presa verrà ricavata in sponda sinistra, sarà di dimensioni pari a 3.50 m x 1.5 m, e sarà presidiata da una griglia di ritenuta. La vasca dissabbiatrice avrà una lunghezza pari 7.1 metri una larghezza di 2.40 m. La velocità di scorrimento all'interno del dissabbiatore è pari a 0.07 m/s e ciò garantisce la sedimentazione di granuli aventi diametro superiore a 0.5 mm, al fine di preservare la condotta e il macchinario dai danni dovuti all'abrasione dei materiali. Il dissabbiatore sarà dotato di uno sfioratore laterale di sicurezza con ciglio sfiorante posto a quota 438.56 m s.l.m. Dopo aver depositato le particelle nel dissabbiatore l'acqua passa alla vasca di carico, attraverso uno sfioratore, dalla quale parte la condotta in pressione di diametro DN500 mm. In aderenza alla vasca di carico è prevista la realizzazione di una camera dedicata alla valvola di sicurezza, gli sfiati e i macchinari di controllo della valvola. Tutti gli ambienti dell'opera di presa, dissabbiatore, vasca di carico e camera della valvola sono accessibili attraverso opportuni accessi.

Dimensionamento dissabbiatore:

Per determinare la lunghezza totale del dissabbiatore bisogna conoscere le velocità orizzontali e verticali delle particelle in sospensione, in modo da valutare il tempo che esse impiegano per depositarsi sul fondo e lo spazio da esse percorso in linea orizzontale in questo tempo.

- Velocità orizzontale u:

  Portata di massima derivata Q = 354 l/s

  Larghezza della vasca L = 2.40 m

  Altezza del media flusso nella vasca H = 2.10 m

  Area liquida sezione dissabbiatore A=5.04 m^2

$$u = \frac{Q}{A} = \frac{0.354}{5.04} = 0.070 m/s \qquad \text{Eq. 1}$$

- Velocità verticale v_0: si suppone che le particelle raggiungano subito le condizioni di moto uniforme, allorché la forza peso è eguagliata dalle forze di attrito viscoso e della spinta di Archimede. Eguagliando le grandezze in gioco si giunge facilmente alla velocità di sedimentazione:

$$w_0 = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{d_0 \cdot (\gamma_S - \gamma)}{c \cdot \rho}} \qquad \text{Eq. 2}$$

Si assumono i seguenti valori:

diametro massimo accettabile delle particelle, d_0 = 0.5 mm

peso specifico particelle sedimentabili (sabbie) $\gamma_s = 2650$ dN/m^3

peso specifico dell'acqua $\gamma = 9810$ dN/m^3

densità dell'acqua $\rho = 1000$ Kg/m^3

coefficiente di resistenza $c = 0.4$ (Re>500); c=24/Re (Re<1)

L'espressione adottata per il calcolo del coefficiente di resistenza, in funzione del numero di Reynolds di grano è la seguente:

$$\log(c) = 0.09663 \cdot (\log \mathrm{Re})^2 - 0.88336 \cdot \log(\mathrm{Re}) + 1.3802 \qquad \text{Eq. 3}$$

Per trovare il valore di resistenza per diversi Re è stato adottato un procedimento iterativo. Il metodo converge ottenendo una velocità di sedimentazione $w_0 = 0.0818$ m/s. (Re=40.8873, c=1.6127).

Tale risultato va opportunamente corretto a causa delle fluttuazioni turbolente che tendono a ridurre la velocità di caduta. Si è tenuto conto di ciò mediante la seguente relazione

$$v_0 = w_0 - \frac{u}{5.7 + 2.3 \cdot H} = 0.0818 - \frac{0.070}{5.7 + 2.3 \cdot 2.10} = 0.0751 m/s \qquad \text{Eq. 4}$$

Da cui si ha $v_0 = 0.0751$m/s

Applicando un coefficiente di sicurezza pari a 2 si può ora calcolare la lunghezza minima del dissabbiatore come

$$L = 2 \cdot \frac{H \cdot u}{v_0} = 2 \cdot \frac{2.10 \cdot 0.070}{0.0751} = 3.93 m \qquad \text{Eq. 5}$$

La lunghezza calcolata è quella minima che consente alle particelle, con peso specifico di 2650 dN/m^3 di sedimentare.

Le dimensioni scelte della vasca, sono state fissate pari a 2.4 m trasversalmente al flusso e pari a 7.10 m lungo la dimensione maggiore al fine di poter inserire, nel lato maggiore della vasca di uno sfioratore di sicurezza e di una paratoia di scarico. Con tali dimensioni tutte le particelle solide sedimentano all'interno della vasca.

Considerando il caso di funzionamento alla massima portata trattata, quella per cui la vasca è stata dimensionata, il volume contenuto è pari a circa 35.78 m^3.

Dimensionamento sfioratore laterale di sicurezza:

Lo sfioratore laterale, è verificato per lo smaltimento della massima portata di concessione derivabile, con idoneo franco di sicurezza. Lo sfioro avviene in condizioni libere (non rigurgitate), poiché il livello all'interno del canale di scarico è sempre inferiore alla quota di sfioro.

La portata smaltibile viene calcolata con la relazione seguente:

$$Q = C_q \cdot B \cdot H \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \qquad \text{Eq. 6}$$

dove C_q è il coefficiente di portata assunto pari a 0.385, g l'accelerazione di gravità pari a 9.81 m/s^2, H il carico idraulico necessario a sfiorare la portata massima, B la lunghezza di sfioro.

Assumendo una luce di sfioro pari a 3.75 m, il carico idraulico necessario a sfiorare la portata massima pari a 354 l/s, è pari a H =0.145 m.

Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Portata smaltita	Q	354	l/s
Quota soglia di sfioro	qs	438.56	m s.l.m.
Larghezza di sfioro	B	3.75	m
Coefficiente di portata	Cq	0.385	-
Carico idraulico	H	0.145	m
Livello massimo sfioro	Hmax	438.71	m s.l.m.

Tab. 1: *Dati riassuntivi verifica funzionamento sfioratore laterale* .

Dimensionamento vasca di carico:

La vasca di carico deve garantire alla tubazione la sommergenza minima ed un minimo volume d'acqua per il corretto funzionamento dell'impianto.

$S_{\min}$ da garantire al di sopra della tubazione è stata calcolata utilizzando le seguenti relazioni:

$$S_{\min} = 0.54 \cdot v_{\max} \cdot \sqrt{d} \quad \text{e} \quad S_{\min} > 0.7d \qquad \text{Eq. 7}$$

dove $v_{\max}$ è la massima velocità del flusso sulla tubazione e d il diametro della tubazione stessa.

Considerando un diametro nominale della condotta pari a 500 mm (diametro interno pari a 505.8mm) ed una portata massima derivata di 354 l/s si ottiene una sommergenza minima pari a 0.68 m.

Per garantirsi da ulteriori fenomeni di perdita di carico dovuti all'imbocco della vena fluida nella condotta si considera un termine di perdita localizzata da aggiungere al precedente. La perdita d'imbocco è proporzionale al carico cinetico e vale in prima approssimazione:

$$\Delta h = 0.5 \cdot \frac{v_{\max}^2}{2 \cdot g} \qquad \text{Eq. 8}$$

Nel caso specifico tale perdita assume il valore di 0.08 m.

Il volume minimo da avere nella vasca di carico è quello per il quale la condotta si porta a regime nel tempo di avviamento.

$$T_a = \frac{L \cdot v_{\max}}{g \cdot H} \qquad \text{Eq. 9}$$

Considerando una lunghezza della condotta L pari a 1020 m ed un dislivello geodetico disponibile H pari a 115.94 m, il tempo di avviamento risulta pari a circa 2 s.

Il volume minimo richiesto risulta pari a 1.73 m^3 . La vasca viene realizzata con dimensioni pari a 2.40 m x 2.50 m in maniera da consentire un semplice accesso al manufatto e agevolare le operazioni di ordinaria manutenzione. Considerando il livello imposto nella vasca di carico il volume invasato risulta superiore al volume minimo precedentemente calcolato, pari a 12.60 m^3.

Verifica canale di scarico:

Considerando il moto nel canale in regime uniforme, utilizzando la formula di Gauckler-Strickler

$$Q = K_S \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot i_f^{1/2} \qquad \text{Eq. 10}$$

dove K_S è il coefficiente di scabrezza, A è l'area della sezione bagnata, R_H il raggio idraulico e i_f la pendenza longitudinale del canale.

Di seguito si riporta la verifica eseguita con i principali parametri di calcolo:

DATI INGRESSO			
Descrizione variabile	Simbolo	Valore	Unità misura
Portata	Q	354	l/s
Pendenza	if	4.00%	%
Scabrezza (cls lungo termine)	k_S	60	$m^{1/3}/s$
Diametro	D	0.5	m

DATI USCITA			
Descrizione variabile	Simbolo	Valore	Unità misura
Portata massima smaltibile	Q_{MAX}	633.1	l/s
Portata smaltita	Q	354.0	l/s
Portata a sezione piena	Q_0	589.0	l/s
Tirante moto uniforme	Ymu	0.279	l/s
Grado riempimento	G	0.56	adim.
Grado riempimento	G	55.89	%
Area liquida	Al	0.113	m^2
Perimetro bagnato	P	0.844	m
Raggio idraulico	Rh	0.134	m
Sforzo al fondo	τ	52.445	Pa
Velocità fluido	U	3.137	m/s
Numero di Froude	Fr	0.890	adim.
Tipo corrente		Lenta	adim.

Tab. 2: *Dati riassuntivi verifica funzionamento canale di scarico.*

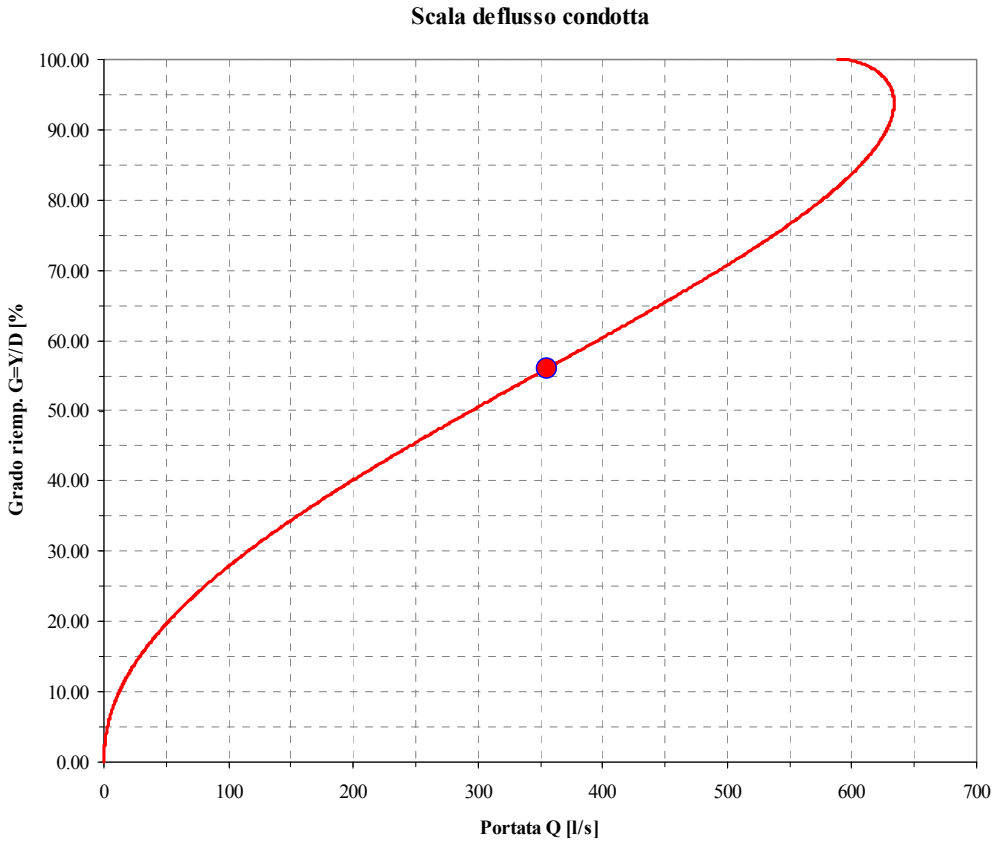


Fig. 5: *Scala deflusso tubazione scarico edificio di produzione.*

3. Portata di minimo deflusso vitale

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV), come definito dalle " Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino"ex art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Il Deflusso Minimo Vitale di un corso d'acqua (DMV) è stato introdotto nel quadro legislativo nazionale dalla legge 183/1989 (art. 3, comma 1, lettera i). Successivamente è stato ripreso dalle seguenti normative:

- D.Lgs. 275/1993;
- L.R. 28 gennaio 1993, n. 9;
- Legge 36/1994;
- D.Lgs. 152/1999;
- D.M. 28/7/2004 "Linee Guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la determinazione del minimo deflusso vitale";
- D.Lgs. 152/2006;

- L.R. 12 marzo 2003, n. 6;
- L.R. 16 novembre 2004, n. 21;
- DPCM del 21/9/2007.

In particolare, secondo il D.M. 28/7/2004 la quantificazione del DMV deve essere contenuta nel "Piano di Tutela delle Acque", un piano stralcio di settore del piano di bacino redatto dalle Regioni e dalle Province Autonome sulla base di obiettivi e priorità definiti dalle Autorità di Bacino.
Caratteri Idrologici: stima dei valori di Portata e dalla Delibera di Giunta Regionale n° 1175/2013 dove viene esaustivamente riportata la metodologia di calcolo del DMV previsto dalla normativa vigente.

Secondo quanto approvato dal Piano di Tutela delle Acque, in particolare dall'Allegato II, Il Bilancio Idrico si pone, come obiettivo, quello di sviluppare una gestione di tipo sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire la tutela quali-quantitativa del bene acqua, e di preservare l'equilibrio dell'ecosistema fluviale.
Il bilancio idrico viene calcolato prendendo in considerazione sia le caratteristiche fisiche, ambientali ed ecologiche del bacino idrografico, sia le principali pressioni antropiche che agiscono sul regime dei deflussi naturali del corpo idrico.
In particolare, per quanto riguarda le acque superficiali, un elemento vincolante la condizione di equilibrio dell'ecosistema fluviale risulta essere il Minimo Deflusso Vitale (DMV). Il Deflusso Minimo Vitale (DMV), così come anche definito dalle " Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino (art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152)", approvate nella seduta della Conferenza Stato – Regioni del 17 giugno 2004, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, al fine di:

- garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della vita acquatica; in tal senso il minimo deflusso vitale deve essere inteso come quella portata residua in grado di permettere a lungo termine la salvaguardia della struttura naturale del corso d'acqua e la presenza di una biocenosi che siano corrispondenti alle condizioni naturali locali;
- assicurare un equilibrato utilizzo della risorsa idrica, salvaguardando le esigenze di soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo;
- tutelare l'equilibrio del bilancio idrico ed idrogeologico.

La normativa vigente prevede che le Regioni determino il Deflusso Minimo Vitale in base ai criteri individuati dalle Autorità di Bacino.
Il territorio della Regione Liguria ricade sotto la competenza di tre diverse autorità di bacino:
l'Autorità di bacino nazionale del F. Po, l'Autorità di bacino di rilievo regionale, l'Autorità di bacino interregionale del F. Magra.

Si riporta di seguito come è stato individuato il DMV dall'Autorità di bacino competente territorialmente per lo specifico progetto.

Autorita' di Bacino di Rilievo Regionale

Per il calcolo del DMV sono stati utilizzati gli stessi criteri già individuati per il territorio ricadente nella competenza dell'Autorità di Bacino Nazionale del Po che vengono qui di seguito riportati:

Calcolo del deflusso minimo vitale

Le delibere del 7/2002 e 7/2004 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, stabiliscono che per calcolare il deflusso minimo vitale (DMV), cioè il deflusso che in un corso d'acqua deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi in una determinata sezione del corso d'acqua, si applichi, ad esclusione dell'asta del Po, la formula seguente:

DMV = k qmedia S M Z A T (in l/s)

Dove:

- k = parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche;
- qmedia = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino ((Qmedia/S)in l/s km^2);
- S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (in km^2);
- M = parametro morfologico;
- Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:
    - N = parametro naturalistico;
    - F = parametro di fruizione;
    - Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali.
- A = parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee;
- T = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV.
-

Il valore del termine kxqmediaxS rappresenta la componente idrologica del DMV da definire a valle di ogni derivazione che insiste sul reticolo idrografico naturale.
Gli altri parametri vengono indicati negli atti dell'Autorità di bacino del Po come fattori di correzione che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali ed in particolare:

- i parametri M ed A esprimono la necessità di adeguamento della componente idrologica del DMV alle particolari caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle modalità di scorrimento della corrente, nonché degli scambi idrici tra le acque superficiali e sotterranee;
- I parametri N, F, Q esprimono la maggiorazione della componente idrologica del DMV necessaria in relazione alle condizioni di pregio naturalistico, alla specifica destinazione d'uso della risorsa idrica e al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Tutela delle Acque o in altri piani settoriali. Nel caso in cui ricorrano le condizioni per l'applicazione di almeno due dei suddetti parametri, si dovrà considerare il valore numericamente più elevato, idoneo a garantire una adeguata tutela anche per le altre componenti.

Determinazione del parametro k

Il parametro k esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata nel calcolo del deflusso minimo vitale.

Il valore del parametro k è compreso tra 0 e 1, estremi esclusi, ed è diversificato per aree omogenee nei regimi idrologici di magra.

Determinazione di qmedia

La metodologia per la valutazione della portata specifica media annua per unità di superficie del bacino qmeda deve considerare le seguenti possibilità:

- espressioni di regionalizzazione adatte alla dimensione del bacino idrografico in esame;
- trasferimento dei dati di monitoraggio delle stazioni esistenti di misura delle portate, fatti salvi gli opportuni vincoli in merito alla rappresentatività della stazione rispetto alla sezione di interesse e alla idoneità dei dati ad esprimere la situazione idrologica naturale di riferimento;
- impianto di una stazione di monitoraggio specifica e acquisizione di almeno un quinquennio di osservazioni (anche in questo caso da ricondurre alla situazione naturale di riferimento);
- analisi idrologica avanzata, con il supporto di modellistica idrologico-idraulica specifica.

Per i bacini regolati qmeda deve rappresentare, con la migliore approssimazione consentita dai dati idrometrici disponibili, il valore medio annuale delle portate specifiche naturali defluenti nella sezione del corso d'acqua, in assenza delle derivazioni idriche e degli invasi.

Determinazione del parametro S

Il parametro S rappresenta la superficie del bacino idrografico sotteso dalla sezione del corso d'acqua nella quale è calcolato il deflusso minimo vitale.

Determinazione del parametro M

Il parametro morfologico M esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione. I valori del parametro M sono compresi tra 0.7 e 1.3. La metodologia per la determinazione del parametro M deve considerare almeno i seguenti aspetti: pendenza dell'alveo, tipologia morfologica, presenza di pools, permeabilità del substrato.

Determinazione del parametro N

Il parametro N esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità.
I valori del parametro N sono maggiori o uguali a 1; devono essere previsti valori di N maggiori di 1 almeno per:

- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi e riserve naturali regionali;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio delle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuate ai sensi delle direttive 92/43/CEE "Conservazione degli habitat" e 79/409/CEE, di cui al decreto ministeriale 3 aprile 2000 del Ministro dell'Ambiente, pubblicato sulla G.U. 22 aprile 2000, n.95, supplemento ordinario n.65;
- i corsi d'acqua che, ancorché non compresi nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica. Su questi tratti per la determinazione del coefficiente N può essere consigliabile approfondire le esigenze di deflusso legate alla tutela della vita acquatica, mediante l'applicazione di metodologie sperimentali, quali il metodo dei microhabitat.

Determinazione del parametro F

Il parametro F esprime le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali oggetto di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione. I valori del parametro F sono maggiori o uguali a 1.

Determinazione del parametro Q

Il parametro Q esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti. I valori del parametro Q sono maggiori o uguali a 1. Valori maggiori di 1 devono essere previsti laddove la riduzione dei carichi inquinanti provenienti da sorgenti puntiformi, ottenuta

applicando le più efficaci tecniche di depurazione, e da sorgenti diffuse non sia sufficiente a conseguire gli obiettivi di qualità.

Determinazione del parametro A

Il parametro A descrive le esigenze di maggiore o minore rilascio dovute al contributo delle falde sotterranee nella formazione del deflusso minimo vitale. I valori del parametro A sono compresi tra 0.5 e 1.5.
Si ritiene opportuno che le analisi relative all'interazione delle acque superficiali con le acque sotterranee siano svolte almeno per i tratti di alveo ad elevata permeabilità del substrato.

Determinazione del parametro T

Il parametro T descrive le esigenze di variazione nell'arco dell'anno dei rilasci determinate dagli obiettivi di tutela dei singoli tratti di corso d'acqua. Di seguito si riportano alcune indicazioni relative agli obiettivi di tutela in relazione ai quali deve essere valutata l'opportunità di modulare il valore del deflusso minimo vitale durante determinati periodi dell'anno:
Esigenze di tutela dell'ittiofauna. Può essere necessario aumentare i rilasci in alveo nei periodi critici per l'ittiofauna: la riproduzione e la prima fase del ciclo vitale. Tale valutazione deve essere effettuata prioritariamente per i corsi idrici evidenziati per la determinazione del parametro N. I periodi di riferimento variano da bacino a bacino in funzione delle specie di riferimento e dei parametri climatici. E' pertanto ipotizzabile una modulazione diversificata per bacino e riferita a specifici tratti fluviali di interesse. A titolo orientativo si può fare riferimento ai periodi sotto indicati:

- salmonidi in ambiente alpino: novembre, gennaio;
- salmonidi in ambiente appenninico: dicembre, febbraio;
- ciprinidi: maggio, luglio.

Nella fase riproduttiva devono essere evitate brusche variazioni delle portate in alveo prodotte dalle opere di derivazione, che possono provocare l'asciutta delle aree di frega o comunque alterazioni delle caratteristiche idrauliche del deflusso non compatibili con il necessario equilibrio degli habitat riproduttivi.
Fruizione turistico-sociale. L'aumento delle portate in alveo come strumento per tutelare la fruizione turistico-sociale dei corsi d'acqua già stato esaminato nell'ambito della determinazione del parametro F. L'utilizzo a tal fine del parametro T può avvenire in quei casi in cui la fruizione sia limitata a brevi periodi dell'anno (ad esempio in caso di forti variazioni dell'affluenza turistica).
Diluizione di inquinanti. L'aumento delle portate in alveo come strumento per aumentare la diluizione dei carichi inquinanti è già stato esaminato nell'ambito della determinazione del parametro Q. L'utilizzo a tal fine del parametro T può avvenire in quei casi in cui la necessità di diluire gli inquinanti sia limitata a brevi periodi dell'anno (ad esempio in caso di aumento del carico antropico per affluenza turistica).

Diversificazione del regime di deflusso. La diversificazione del regime di deflusso può essere necessaria per mitigare situazioni di stress sulle biocenosi indotte dalla costanza del regime idraulico. L'opportunità di tale provvedimento deve essere valutata prioritariamente nei corsi idrici evidenziati nella determinazione del parametro N.

Definizione del DMV in ambito regionale

Sulla base di quanto indicato dagli atti dell'Autorità di bacino del Po spetta alle Regioni:

- definire le modalità di calcolo dei fattori che concorrono alla determinazione della componente idrologica *qmeda* e fattore K;
- individuare i corsi d'acqua superficiali o tratti omogenei di essi su cui applicare i parametri correttivi (M,A,Z,T);
- assegnare per tali tratti specifici valori dei parametri correttivi (M,A,Z,T).

Come precedentemente detto il valore del DMV deve salvaguardare le caratteristiche fisiche del corpo idrico, quelle chimico-fisiche delle acque e le biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali. La salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corso d'acqua riguarda il mantenimento delle sue naturali tendenze evolutive sia morfologiche che idrologiche. Mentre la salvaguardia delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque deve tendere al raggiungimento e mantenimento nel tempo degli obiettivi di qualità previsti dal D.Lgs.152/99. Per quanto riguarda le biocenosi tipiche per salvaguardia si intende il mantenimento nel tempo delle stesse nelle aree di riferimento. Spesso in considerazione delle notevoli trasformazioni avvenute sul territorio risulta estremamente difficoltoso reperire aree che presentino una condizione di piena naturalità sia con assenza di derivazioni a monte sia per situazioni di alveo e sponde ed aree di pertinenza del fiume completamente naturali. E risulta anche molto complesso immaginare la originaria naturalità e le conseguenti misure per recuperarla. Allo stato attuale risulta quindi importante individuare un regime idrologico e quindi un conseguente DMV che risulti idoneo, in sinergia con gli altri interventi sulla pressione antropica quantitativa e qualitativa sui corsi d'acqua, a garantire e condizioni ambientali del corso d'acqua prefigurate dal Piano di Tutela e che non penalizzi oltre misura i prelievi in atto e futuri.

Metodologia per il calcolo della componente idrologica

Per quanto riguarda portata media e superficie sottesa in riferimento a quanto richiesto dall'autorità di Bacino regionale competente, si è utilizzato il "Modello" di bilancio idrico Hydro-CO in grado, in ciascuna sezione, di individuare il bacino sotteso e di fornire un valore di deflusso.

Per quanto riguarda il coefficiente «k», questo rappresenta un fattore di tipo idrologico che esprime la percentuale di portata media da considerarsi nel calcolo del DMV. Tale valore non è costante su tutto il territorio di competenza dell'AdB regionale; in particolare il coefficiente «k» assume i seguenti valori:

- $k = - 2.24 \cdot 10\text{-}5\ S + 0.086$; [S in km^2] (per i bacini siti a est del Torrente Bisagno in comune di Genova, questo escluso);
- $k = - 2.39 \cdot 10\text{-}5\ S + 0.058$; [S in km^2] (per i bacini siti a ovest del Torrente Bisagno in comune di Genova, questo compreso)

Si riporta per la trattazione integrale del DMV si rimanda ai Piani di bacino stralcio per il bilancio idrico relativi a corpi idrici sia superficiali che sotterranei di competenza dell'Autorità di bacino di rilevo regionale così come individuati dalla DGR 1705/2003.

Lo studio attuato dall'autorità di bacino di Genova definisce la quantificazione del DMV su vari tratti definiti omogenei.

Per quanto concerne il bacino di riferimento, ovvero quello dell'Entella si dafiniscono i seguenti tratti:

Tratto a monte sezione 1 - Fiume Entella

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 2 - Torrente Graveglia

In questo tratto sono presenti due grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 95 l/s e 40 l/s, restituite in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 3 - Torrente Graveglia

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 680 l/s, restituita in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 4 - Torrente Sturla

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 5 - Torrente Cicana

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 6 - Torrente Mezzanego

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 7 - Torrente Mogliana

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 8 - Torrente Penna

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 9 - Torrente Sturla

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 800 l/s, restituita in alveo dopo l'uso). *Tratto a monte sezione 10 - Torrente Lavagna*

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e due grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 37 l/s e 70 l/s, restituite in alveo dopo l"uso). È presente inoltre uno scarico industriale caratterizzato da una portata rilevante (quasi 400 l/s). *Tratto a monte sezione 11 - Torrente Isolone*

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste. *Tratto a monte sezione 12 - Torrente Malvaro*

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 33 l/s, restituita in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 13 - Torrente Cornia

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 14 - Torrente Moconesi

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste. *Tratto a monte sezione 15 - Torrente di Neirone*

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e diverse grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 80 l/s, 139 l/s e ben quattro prese ciascuna da 200 l/s, il totale restituito in alveo dopo l"uso).

Tratto a monte sezione 16 - Torrente d'Urri

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste. *Tratto a monte sezione 17 - Torrente Lavagna*

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

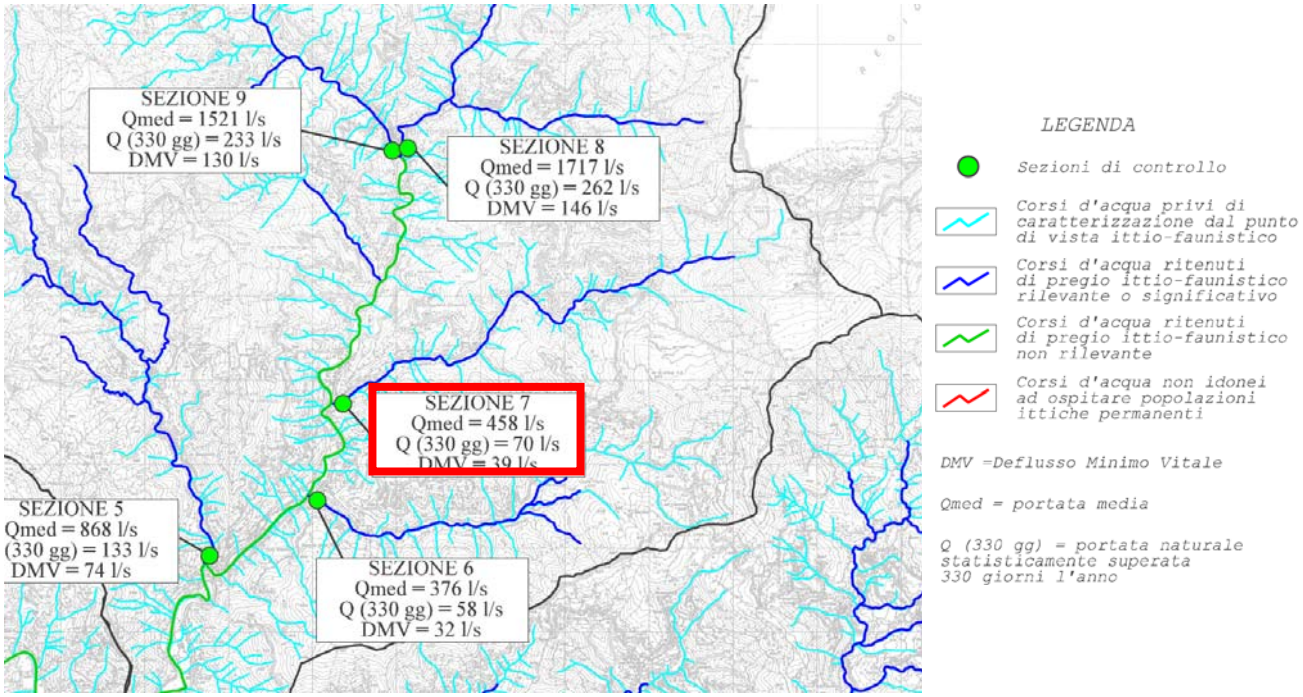


Fig. 1: *Piano di Bacino stralcio sul bilancio idrico (L.R. 18/99 art.91) – Approvato con D.C.P. n°19 del 15/04/2009 – Carta del Minimo deflusso vitale (DMV)- Bacino del Fiume Entella.*

Per ciascuna sezione omogenea si calcola il Deflusso Minimo Vitale e, per valutare lo stato della risorsa idrica, lo si confronta con le portate medie mensili e con la curva di durata delle portate calcolate dal modello; questo, come spiegato nei paragrafi precedenti, riproduce deflussi teoricamente "naturali". Poichè le derivazioni più consistenti sono caratterizzate da totale restituzione della portata derivata (captazioni destinate alla produzione di energia idroelettrica) si è ritenuto che i deflussi calcolati nelle singole sezioni approssimino sufficientemente bene la realtà antropizzata.

Per l'area oggetto di studio, appartenente alla sezione 7, si prevede la seguente formula di quantificazione del DMV:

(formula relativa ai bacini siti a est del Torrente Bisagno)

$$DMV_{IDROLOGICO} = k \cdot q_{media} \cdot S$$
$$k = -2.24 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.086 \qquad \text{Eq. 11}$$

<u>con:</u>

- con S in km^2;
- q_{media} S ottenute dalle elaborazioni del modello di bilancio idrico Hydro

Bacino sotteso alla sezione di prelievo dell'impianto		
Superficie del bacino	5.19	Km^2
Portata media annua specifica q_{media}	458/10.9=42.0	$l/s/km^2$
Portata media annua (q_{media} x S)	218.08	l/s

$k=-2.24*10^{-5}*5.19+0.086$	0.0859	
Deflusso minimo vitale da PBS componente idrologica	**18.73**	**l/s**

Per il calcolo del DMV tenedo in considerazione dei fattori correttivi si è applicata la metodologia di calcolo prevista dal Piano di Tutela Acque, con le ulteriori specificazioni della D.G.R. 1175/2013 che da le prime definizione applicativa dei fattori correttivi. Di seguito si riporta parte della delibera suddetta:

CRITERI PER LA DETERMINAZIONE DEI FATTORI CORRETTIVI M, N e Q DETERMINAZIONE FATTORE M

Il parametro morfologico M esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione. In relazione al livello conoscitivo attuale ed al fine di ricercare la necessaria coerenza e omogeneità a livello regionale si assumono i valori del parametro M espressi dall'Autorità di Bacino del Po, nel cui ambito di competenza ricade quasi il 29% del territorio regionale, compresi tra 0,7 e 1,3 associandoli a 4 classi morfologiche (tabella 1). La definizione delle classi morfologiche e del conseguente valore del parametro M associato è stata predisposta in base a classi di pendenza (tabella 2) e a fasce altimetriche (tabella 3) sotto riportate e considerando la suddivisione areale definita dalle tre Idro-Ecoregioni (HER 4 Alpi Meridionali - HER 9 Alpi Mediterranee e HER 10 Appennino Settentrionale) in cui è compreso il territorio regionale. La definizione delle Idro-Ecoregioni, 21 sul territorio italiano, discende da quanto previsto dalla Direttiva europea 2000/60 che per definire tali idrosistemi considera la geologia, l'orografia e il clima, che regolano la morfodinamica e i parametri idrochimici a scala di tratto fluviale, i principali fattori che determinano le caratteristiche degli ecosistemi d'acqua corrente a scala di bacino. Pertanto all'interno di ogni HER, gli ecosistemi di acqua corrente presentano una variabilità limitata per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, oltre che un simile pattern di variazione longitudinale.

Tabella 1 - Classi morfologiche

CLASSE MORFOLOGICA (CM)		VALORE M
CM1	Reticolo di versante in ambiente montano alpino	0,90
CM2	Aste di fondovalle in ambiente montano alpino con alveo-tipo tendenzialmente unicursale o pluricursale con pendenze inferiori/uguali al 10%	1,10
CM3	Reticolo di versante e di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare	1,10
CM4	Reticolo idrografico naturale di pianura	1,15

Tabella 2 - Fasce altimetriche

FASCE ALTIMETRICHE (metri)	
0 – 300	PIANURA
301 - 600	COLLINA
> 600	MONTAGNA

Tabella 3 - Pendenze

PENDENZE %
0-10
11-35
>35

L'individuazione delle diverse classi morfologiche si ottiene attraverso una matrice che incrocia le fascealtimetriche con le pendenze e contemplando anche le Idro-Ecoregioni consente di ottenere quanto riportato nella Tabella 4 seguente:

Tabella 4 - Classi Morfologiche

	PENDENZE %		
	0-10	**11-35**	**> 35**
FASCE ALTIMETRICHE (metri)			
0 - 300	CM4	CM3	CM3
300 - 600	CM3	CM 3	CM3
> 600	HER 4/HER 9 CM2	CM3	HER4/HER 9 CM1
	HER 10 CM3		HER 10 CM3

Utilizzando tale matrice è stata predisposta la rappresentazione cartografica allegata, Carta n. 1, in cui, oltre alla suddivisione areale risultante relativa al valore del parametro M da utilizzare per il calcolo del DMV, viene anche riportato, per facilità di consultazione, il reticolo di riferimento di cui al Piano di Tutela delle Acque regionale.

DETERMINAZIONE DEL FATTORE N

Il parametro N esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità. I valori del parametro N, come indicato all'Allegato II del Piano di Tutela delle Acque, sono maggiori o uguali a 1; devono essere previsti valori di N maggiori di 1 almeno per:

- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi e riserve naturali regionali;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio delle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuate ai sensi delle direttive 92/43/CEE "Conservazione degli habitat" e 79/409/CEE, di cui al decreto ministeriale 3 aprile 2000 del Ministro dell'Ambiente, pubblicato sulla G.U. 22 aprile 2000, n. 95, supplemento ordinario n. 65;
- i corsi d'acqua che, ancorché non compresi nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica.

Le informazioni regionali disponibili sulla presenza degli habitat di cui all'Allegato I della direttiva 92/43/CEE si basano attualmente sulla cartografia "Biodiversità – habitat natura 2000" pubblicata sul repertorio cartografico regionale; tale livello informativo è solo parzialmente adeguato allo scopo in quanto la carta ha copertura territoriale parziale ed inoltre è in fase di revisione. Si rende tuttavia necessario pervenire, nelle more di un maggior dettaglio delle conoscenze sulle emergenze naturalistiche e della revisione della carta degli habitat, alla determinazione di un valore del Parametro N maggiore di 1 che tuteli, in regime di salvaguardia, le seguenti aree:

- Area SIC individuata ai sensi della Direttiva 92/43/CEE;
- Area ZPS individuata ai sensi della Direttiva 79/409/CEE;
- Aree Protette Nazionali o Regionali.

Nello specifico il valore del parametro N assume valore 1,8 se:

- l'opera di presa a derivare ricade all'interno di una qualunque delle suddette aree sulla base dei livelli informativi cartografici ufficiali pubblicati dalla Regione;
- l'opera di presa non ricade all'interno delle suddette aree, ma: il corso d'acqua interessato dalla derivazione attraversa un SIC ove sono presenti i seguenti habitat:
- tutti gli Habitat di acqua dolce (identificati dai codici della serie 3000 e precisamente da 3110 a 3290);
- Habitat forestale con codice 91E0 "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)";
- il corso d'acqua interessato dalla derivazione attraversa un'area protetta nazionale o regionale, sulla base dei livelli informativi cartografici ufficiali pubblicati dalla Regione.

E' fatta eccezione nel caso di impianti con punto di restituzione a monte della perimetrazione delle suddette aree; in questo caso il valore di N è posto uguale a 1.

Restano ferme le misure di conservazione e salvaguardia di cui alle D.G.R. n. 1507/2009 e n. 2040/2009 ed i criteri di localizzazione degli impianti mini idroelettrici di cui al punto 4 delle linee guida allegate alla D.G.R. n. 1122/2012 2012 "D.M. 10/09/2010. L.R. 38/98 art. 16 Approvazione linee guida impianti produzione energia da fonti rinnovabili".

DETERMINAZIONE DEL FATTORE Q

Il parametro Q esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti. I valori del parametro Q sono maggiori o uguali a 1. Valori maggiori di 1 devono essere previsti laddove la riduzione dei carichi inquinanti provenienti da sorgenti puntiformi, ottenuta applicando le più efficaci tecniche di depurazione, e da sorgenti diffuse non sia sufficiente a conseguire gli obiettivi di qualità. Il parametro Q viene modulato in un intervallo compreso tra 1 e 1,6, assegnando i valori in base allo stato dei corpi idrici superficiali tipizzati con D.G.R. n. 430/2009. Nella modulazione del parametro si è stabilito di dare più peso allo Stato Ecologico (SE) rispetto allo Stato Chimico (SC), in quanto la classificazione ecologica, in base al principio ispiratore della Direttiva 2000/60/CE, è il criterio di valutazione principale; infatti l'efficienza dei processi dell'ecosistema e la sua capacità di ospitare comunità animali e vegetali sufficientemente ricche e diversificate sono direttamente correlati con l'obiettivo di salvaguardia ambientale.

La formula adottata è la seguente :

Q = 0,3 SC + 0,7 SE (1)

dove:

- 0,3 e 0,7 sono i pesi attribuiti rispettivamente allo SC e allo SE,
- lo SC e lo SE sono i valori attribuiti allo SC ed allo SE, come sotto riportato:

Stato Chimico	**Valore**
Buono	1
Non Buono	1,2
Stato Ecologico	**Valore**
Elevato	1
Buono	1
Sufficiente	1,4
Scarso	1,6
Cattivo	1,8

Tabella 5 – Valori SC e SE

Applicando alla formula (1) i valori SC ed SE riportati nella Tabella 5 si ottengono i seguenti valori di Q:

		Stato Chimico	
		Buono	**Non Buono**
Stato Ecologico	*Elevato*	1,0	1,1
	Buono	1,0	1,1
	Sufficiente	1,3	1,3
	Scarso	1,4	1,5
	Cattivo	1,6	1,6

Tabella 6 – Calcolo del valore Q in funzione dello SC e SE

Q è applicato al corpo idrico superficiale tipizzato e all'area idrografica a questo afferente individuata partendo dal reticolo idrografico tipizzato con D.G.R. n. 430/2009 e dal modello digitale del terreno (DTM) a maglia 50mx50m, generato da una "ricampionatura'' del DTM 5mx5m. Per le aree non individuate come afferenti ai corpi idrici tipizzati il valore di Q è posto uguale ad 1. Inoltre se a valle dell'area idrografica ove ricade l'intervento si trova un corpo idrico con un valore di Q maggiore di quello a monte deve essere considerato il valore di Q più elevato. La suddetta "correzione" non si applica nel caso di impianti con restituzione nella stessa area idrografica in cui è presente l'opera di presa.

Nel caso in cui il corpo idrico superficiale risulti nella D.G.R. n. 1615/2012 nello stato "Da monitorare 2012-2014" è stato usato il dato della classificazione contenuto nel Piano di Tutela delle Acque di cui alla D.C.R. n. 32/2009. Infine nel caso di impianti mini idroelettrici il valore di SC deve essere sempre posto uguale ad 1, indipendentemente dagli esiti della classificazione dello SC.

ALLEGATO 2
RAPPRESENTAZIONI CARTOGRAFICHE A SUPPORTO DELLA PRIMA INDIVIDUAZIONE DEI FATTORI CORRETTIVI RELATIVI ALLA MORFOLOGIA DEL TERRITORIO (M) E ALLA QUALITÀ DELLE ACQUE FLUVIALI (Q)

DEFLUSSO MINIMO VITALE

FATTORE M

Morfologico

Legenda

Autorità di Bacino del Fiume Magra

Fattori Morfologici

CM1 - Reticolo di versante in ambiente montano alpini

CM2 - Aste di fondovalle in ambiente montano alpino

CM3 - Reticolo di versante di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare

CM4 - Reticolo idrografico di pianura



Fig. 2: *D.G.R. 1175/2003 Allegato 2 – DEFLUSSO MINIMO VITALE FATTORE M Morfologico.*

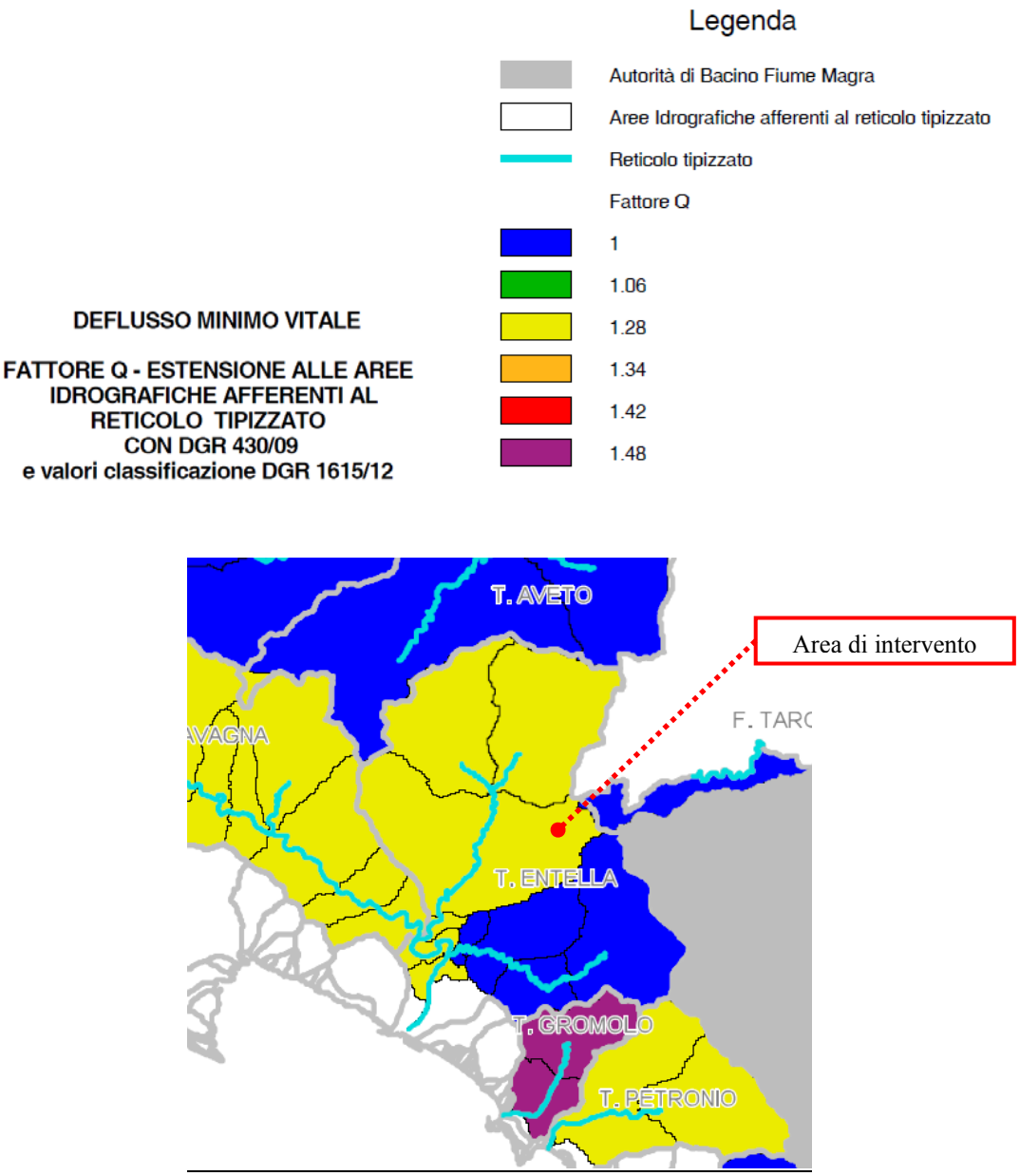


Fig. 3: *D.G.R. 1175/2003 Allegato 2 – DEFLUSSO MINIMO VITALE FATTORE Q - ESTENSIONE ALLE AREE IDROGRAFICHE AFFERENTI AL RETICOLO TIPIZZATOCON DGR 430/09 e valori classificazione DGR 1615/12*

Per l'area oggetto di studio, si prevede la seguente formula di quantificazione del DMV comprensivo dei fattori correttivi:

$$DMV = DMV_{IDROLOGICO} \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T \qquad \text{Eq. 12}$$

Bacino sotteso alla sezione di prelievo dell'impianto		
Deflusso minimo vitale da PBS componente idrologica	**18.73**	**l/s**
M	**1.10**	
Z =max(N,F,Q)	**1.28**	
A	**1**	
T	**1**	
Deflusso minimo vitale da PBS con fattori correttivi	**26**	**l/s**
Deflusso minimo vitale assunto	**26**	**l/s**

Il DMV verrà garantito tramite una soglia ribassata in corrispondenza della sezione di ingresso della scala di risalita per la fauna ittica. Nel caso in cui fosse apportate all'interno del procedimento autorizzativo e, successivamente durante la fase di esercizio dell'impianto, di diversi valori della portata di ripsetto accordati con gli enti preposti, viene prevista la possibilità di adattare il setto amovibile di rilascio, al fine di adattarsi alle nuove possibili condizioni di rilascio richieste.

In tal modo la dittà garantirà l'dattabilità del sistema di rilascio. In questo modo, pur a scapito di una perdita di produzione nel caso di DMV maggiori a quanto proposto, verrà sempre garantita la continuità dal punto di vista biologico.

L'intervento in progetto ad inserirsi in una logica di produzione di energia rinnovabile, collocandosi in maniera coerente con gli obiettivi di qualità della risorsa idrica e degli ambienti connessi previsti dal Piano di Tutela delle Acque volti al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale di cui agli artt. 76 e 77 del D.Lgs 152/2006 contenente le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico ai sensi dell'art. 13 della Direttiva 2000/60/CE.

DMV all'opera di presa:

Superficie sottesa [km^2]	Portata di rispetto minima assunta [l/s]
5.19	**26**

Tab. 3: *Portata di rispetto minima non derivta all'opera di presa.*

Per la realizzazione pratica del rilascio si prevede l'apertura, sul corpo della briglia, di una luce libera presidiata da un lamierino metallico amovibile per cui il suo funzionamento è assimilabile a quello di uno stramazzo rettangolare in parete sottile mediante l'espressione:

$$Q = C_q \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \qquad \text{Eq. 13}$$

dove:

- C_Q è il coefficiente di portata per parete sottile (0.41);
- B è la larghezza della luce (0.25 m);
- h è l'altezza del battente a monte dello stramazzo (0.149 m).

Un particolare schematico sulla geometria della luce di rilascio è riportato di seguito:

PARTICOLARE RILASCIO DMV
Part. 2 - Scala 1:25
Stramazzo tarato rilascio minimo 26,0 l/s
misure in cm

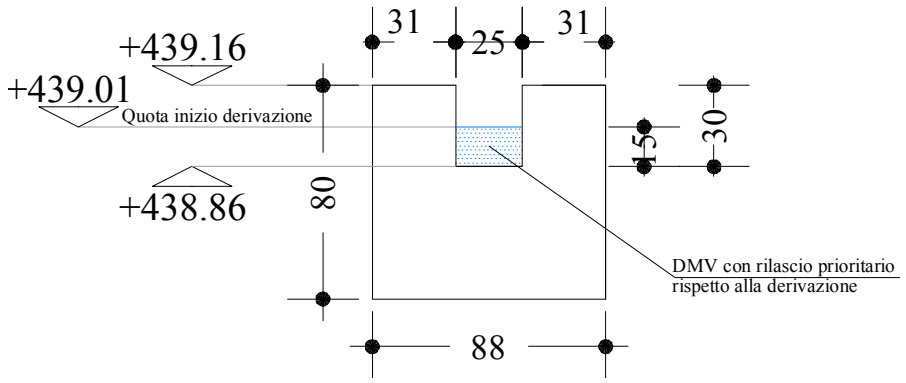


Fig. 1: *Geometria e schema funzionamento soglia di rilascio DMV presa.*

Le modifiche apportate al sistema di rilascio e di derivazione garantiscono la priorità del rilascio rispetto alla derivazione. Come dallo schema riportato il rilascio della portata di rispetto assunta in questa proposta progettuale pari a quanto prescritto dal PBS per il bacino dell'Entella applicando i fattori correttivi di cui alla D.G.R. 1175/2013.

Si sottolinea che il deflusso minimo vitale previsto è solo la portata minima prevista, in quanto in regime di funzionamento necessariamente il rilascio risulterà sempre superiore.

La quantificazione precisa dei valori istantaneamente rilasciati dalla luce di rilascio è stata calcolata per tutte le durate della curva delle portate, in maniera da capire quale fosse la portata rilasciata ad ogni regime idraulico previsto.

Sinteticamente il principio di funzionamento della soglia di derivazione e della luce di rilascio è spiegato di seguito.

1. Portata in arrivo alla non superiore al DMV (26 l/s): Tutta la portata viene rilasciata dalla luce di rilascio in quanto la derivazione non si attiva dato che la soglia di derivazione è ad una quota superiore;
2. Portata in arrivo superiore al DMV (26 l/s) e inferiore alla portata minima turbinabile (35 l/s): La luce di rilascio scarica il DMV più un'ulteriore quota di portata data dall'innalzamento del livello sopra la quota della soglia di derivazione, la portata eccedente viene rilasciata dallo sfioratore laterale del dissabbiatore in quanto la turbina idraulica non si attiva;
3. Portata in arrivo superiore al DMV (26 l/s) e non superiore alla portata massima turbina bile+DMV (354 l/s+26l/s): La luce di rilascio scarica il DMV più un'ulteriore quota di portata data

dall'innalzamento del livello sopra la quota della soglia di derivazione, la portata eccedente viene turbinata dall'impianto e lo sfioratore laterale della vasca di carico non si attiva; In questa configurazione il livello dell'acqua è compreso tra la quota della soglia di derivazione e la quota del ciglio della traversa di sbarramento;

4. Portata in arrivo superiore al DMV (26 l/s) e superiore alla portata massima turbina bile+DMV (354 l/s+26l/s): La luce di rilascio scarica il DMV più un'ulteriore quota di portata data dall'innalzamento del livello sopra la quota della soglia di derivazione, la portata eccedente viene in parte rilasciata frontalmente dalla traversa di sbarramento, turbinata dall'impianto alla massima portata (354 l/s) e lo sfioratore laterale della vasca di carico si attiva per rilasciare l'eccedenza di portata in ingresso; In questa configurazione il livello dell'acqua è superiore alla quota del ciglio della traversa di sbarramento;

Di seguito viene sinteticamente riportato il calcolo dei livelli e conseguentemente delle portate prelevate e rilasciate a giustificazione di quanto riportato sinteticamente nella relazione idrologica (Vedi Elaborato 04 Relazione idrologica R-I-01 rev 02).

Dimensionamento soglia di derivazione e soglia di rilascio

La soglia di derivazione ha il compito di consentire il prelievo delle portate in concessione e contestualmente la soglia di rilascio deve garantire il transito indisturbato verso valle della minima portata di rispetto assunta e nel caso di portate disponibili inferiori, garantire il transito verso valle di tutta la risorsa fluente.
I due dispositivi, vengono descritti contestualmente, nel senso che il calcolo del livello idrico che si andrà ad instaurare in corrispondenza dei due dispositivi, è dipendente simultaneamente dalla geometria assunta.
In sostanza, definite le dimensioni geometriche delle soglie e le loro quote altimetriche, è stato calcolato il livello e quindi la portata rilasciata e derivata per tutte le portate fluenti in corrispondenza delle opere di presa assunte nella curva di durata.

Entrambe le soglie sono dimensionate assimilandole come degli sfiori, in quanto sia il prelievo che il rilascio avvengono in condizioni libere (non rigurgitate), poiché il livello di valle è sempre inferiore alla quota di sfioro.
La portata smaltibile viene calcolata con la relazione seguente:

$$Q = C_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \qquad \text{Eq. 14}$$

dove C_q è il coefficiente di portata assunto pari a 0.385 per la soglia di derivazione, in quanto assimilabile ad una soglia in parete grossa, e 0.410 per la luce di rilascio essendo assimilabile ad uno sfioro in parete sottile; g l'accelerazione di gravità pari a 9.81 m/s^2; h il carico idraulico; L la lunghezza di sfioro.

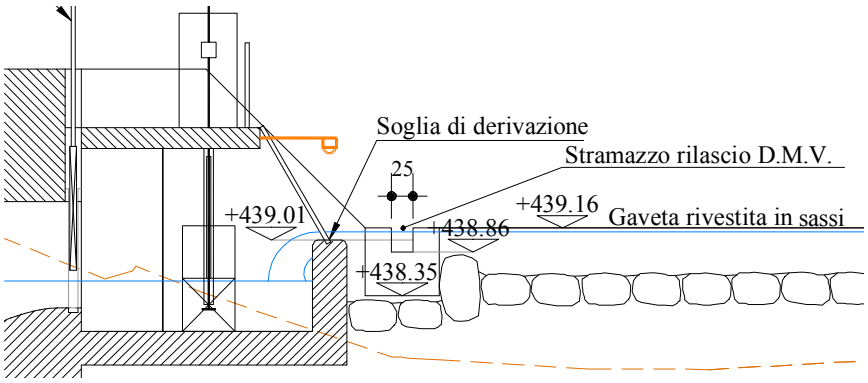


Fig. 2: *Geometria e soglia di derivazione e di rilascio.*

SOGLIA DI DERIVAZIONE			
Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Quota soglia di derivazione	qs	438.01	m s.l.m.
Larghezza di sfioro	B	3.50	m
Coefficiente di portata	Cq	0.385	-

Tab. 4: *Dati riassuntivi soglia di derivazione .*

La quota della soglia di derivazione è stata individuata, assumendo che per la massima portata di concessione pari a 354 l/s il livello di funzionamento sia pari alla quota della traversa si sbarramento.

SOGLIA DI DERIVAZIONE			
Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Quota soglia di derivazione	qs	439.01	m s.l.m.
Larghezza di sfioro	L	3.50	m
Coefficiente di portata	Cq	0.385	-
Portata derivata	Qd	354	l/s
Livello idrico	H	438.16	m s.l.m.
Carico idraulico	h	15.2	cm

Tab. 5: *Dati riassuntivi soglia di derivazione .*

La quota della soglia di rilascio è stata impostata in modo che il DMV minimo assunto pari a 26 l/s fosse rilasciato in maniera prioritaria rispetto al prelievo. Di seguito si evidenzia il rilascio del minimo DMV richiesto prima che possa attivarsi la derivazione.

SOGLIA DI RILASCIO			
Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Quota soglia di rilascio	qs	438.86	m s.l.m.
Larghezza di sfioro	L	0.25	m
Coefficiente di portata	Cq	0.410	-
Portata rilasciata	Qr	26	l/s
Livello idrico	H	439.01	m s.l.m.
Carico idraulico	h	14.9	cm

Tab. 6: *Dati riassuntivi soglia di rilascio .*

Come già detto, nel caso in cui l'impianto inizi a derivare, necessariamente anche il rilascio aumenterà.

Nella condizione di funzionamento dunque per ciascuna portata disponibile, una parte della portata sarà prelevata, mentre la restante verrà rilasciata. Il calcolo fatto dimostra al variare della portata disponibile, il livello che si instaurerà in corrispondenza della soglia di derivazione e conseguentemente potrà essere calcolata la quota di portata prelevata e la quota di portata rilasciata. Numericamente si è fatto sistema tra le equazioni che descrivono in comportamento delle soglie e la portata disponibile. La soluzione è stata ricercata numericamente con un metodo numerico iterativo

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
1	1.035	1035	439.292	0.285	0.433	129	Sfioro frontale traversa
2	0.914	914	439.269	0.261	0.409	119	Sfioro frontale traversa
3	0.844	844	439.255	0.247	0.395	113	Sfioro frontale traversa
4	0.793	793	439.244	0.236	0.385	108	Sfioro frontale traversa
5	0.755	755	439.236	0.228	0.377	105	Sfioro frontale traversa
6	0.723	723	439.229	0.221	0.370	102	Sfioro frontale traversa
7	0.696	696	439.223	0.215	0.364	100	Sfioro frontale traversa
8	0.673	673	439.218	0.210	0.359	98	Sfioro frontale traversa
9	0.652	652	439.213	0.206	0.354	96	Sfioro frontale traversa
10	0.634	634	439.209	0.201	0.350	94	Sfioro frontale traversa
11	0.617	617	439.206	0.198	0.346	92	Sfioro frontale traversa
12	0.602	602	439.202	0.194	0.343	91	Sfioro frontale traversa
13	0.588	588	439.199	0.191	0.339	90	Sfioro frontale traversa
14	0.575	575	439.196	0.188	0.336	89	Sfioro frontale traversa
15	0.563	563	439.193	0.185	0.334	88	Sfioro frontale traversa
16	0.552	552	439.190	0.182	0.331	86	Sfioro frontale traversa
17	0.541	541	439.188	0.180	0.328	85	Sfioro frontale traversa
18	0.531	531	439.185	0.178	0.326	85	Sfioro frontale traversa
19	0.522	522	439.183	0.175	0.324	84	Sfioro frontale traversa
20	0.513	513	439.181	0.173	0.322	83	Sfioro frontale traversa
21	0.504	504	439.179	0.171	0.320	82	Sfioro frontale traversa
22	0.496	496	439.177	0.169	0.318	81	Sfioro frontale traversa
23	0.488	488	439.175	0.167	0.316	81	Sfioro frontale traversa

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
24	0.481	481	439.173	0.165	0.314	80	Sfioro frontale traversa
25	0.474	474	439.171	0.163	0.312	79	Sfioro frontale traversa
26	0.467	467	439.170	0.162	0.310	78	Sfioro frontale traversa
27	0.460	460	439.168	0.160	0.309	78	Sfioro frontale traversa
28	0.454	454	439.166	0.158	0.307	77	Sfioro frontale traversa
29	0.448	448	439.165	0.157	0.305	77	Sfioro frontale traversa
30	0.442	442	439.163	0.155	0.304	76	Sfioro frontale traversa
31	0.436	436	439.162	0.154	0.303	76	Sfioro frontale traversa
32	0.431	431	439.160	0.153	0.301	75	Prelievo e rilascio da luce rilascio
33	0.425	425	439.159	0.151	0.300	75	Prelievo e rilascio da luce rilascio
34	0.420	420	439.158	0.150	0.298	74	Prelievo e rilascio da luce rilascio
35	0.415	415	439.156	0.148	0.297	74	Prelievo e rilascio da luce rilascio
36	0.410	410	439.155	0.147	0.296	73	Prelievo e rilascio da luce rilascio
37	0.405	405	439.154	0.146	0.294	73	Prelievo e rilascio da luce rilascio
38	0.401	401	439.153	0.145	0.293	72	Prelievo e rilascio da luce rilascio
39	0.396	396	439.151	0.143	0.292	72	Prelievo e rilascio da luce rilascio
40	0.392	392	439.150	0.142	0.291	71	Prelievo e rilascio da luce rilascio
41	0.387	387	439.149	0.141	0.290	71	Prelievo e rilascio da luce rilascio
42	0.383	383	439.148	0.140	0.289	70	Prelievo e rilascio da luce rilascio
43	0.379	379	439.147	0.139	0.287	70	Prelievo e rilascio da luce rilascio
44	0.375	375	439.146	0.138	0.286	70	Prelievo e rilascio da luce rilascio
45	0.371	371	439.145	0.137	0.285	69	Prelievo e rilascio da luce rilascio

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
46	0.367	367	439.144	0.136	0.284	69	Prelievo e rilascio da luce rilascio
47	0.364	364	439.143	0.135	0.283	68	Prelievo e rilascio da luce rilascio
48	0.360	360	439.142	0.134	0.282	68	Prelievo e rilascio da luce rilascio
49	0.356	356	439.141	0.133	0.281	68	Prelievo e rilascio da luce rilascio
50	0.353	353	439.140	0.132	0.280	67	Prelievo e rilascio da luce rilascio
51	0.349	349	439.139	0.131	0.279	67	Prelievo e rilascio da luce rilascio
52	0.346	346	439.138	0.130	0.278	67	Prelievo e rilascio da luce rilascio
53	0.343	343	439.137	0.129	0.277	66	Prelievo e rilascio da luce rilascio
54	0.339	339	439.136	0.128	0.277	66	Prelievo e rilascio da luce rilascio
55	0.336	336	439.135	0.127	0.276	66	Prelievo e rilascio da luce rilascio
56	0.333	333	439.134	0.126	0.275	65	Prelievo e rilascio da luce rilascio
57	0.330	330	439.133	0.125	0.274	65	Prelievo e rilascio da luce rilascio
58	0.327	327	439.132	0.124	0.273	65	Prelievo e rilascio da luce rilascio
59	0.324	324	439.132	0.124	0.272	64	Prelievo e rilascio da luce rilascio
60	0.321	321	439.131	0.123	0.271	64	Prelievo e rilascio da luce rilascio
61	0.318	318	439.130	0.122	0.270	64	Prelievo e rilascio da luce rilascio
62	0.315	315	439.129	0.121	0.270	64	Prelievo e rilascio da luce rilascio
63	0.312	312	439.128	0.120	0.269	63	Prelievo e rilascio da luce rilascio
64	0.310	310	439.127	0.120	0.268	63	Prelievo e rilascio da luce rilascio
65	0.307	307	439.127	0.119	0.267	63	Prelievo e

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio da luce rilascio
66	0.304	304	439.126	0.118	0.267	62	Prelievo e rilascio da luce rilascio
67	0.302	302	439.125	0.117	0.266	62	Prelievo e rilascio da luce rilascio
68	0.299	299	439.124	0.116	0.265	62	Prelievo e rilascio da luce rilascio
69	0.297	297	439.124	0.116	0.264	62	Prelievo e rilascio da luce rilascio
70	0.294	294	439.123	0.115	0.263	61	Prelievo e rilascio da luce rilascio
71	0.292	292	439.122	0.114	0.263	61	Prelievo e rilascio da luce rilascio
72	0.289	289	439.121	0.113	0.262	61	Prelievo e rilascio da luce rilascio
73	0.287	287	439.121	0.113	0.261	61	Prelievo e rilascio da luce rilascio
74	0.284	284	439.120	0.112	0.261	60	Prelievo e rilascio da luce rilascio
75	0.282	282	439.119	0.111	0.260	60	Prelievo e rilascio da luce rilascio
76	0.280	280	439.119	0.111	0.259	60	Prelievo e rilascio da luce rilascio
77	0.277	277	439.118	0.110	0.259	60	Prelievo e rilascio da luce rilascio
78	0.275	275	439.117	0.109	0.258	59	Prelievo e rilascio da luce rilascio
79	0.273	273	439.117	0.109	0.257	59	Prelievo e rilascio da luce rilascio
80	0.271	271	439.116	0.108	0.257	59	Prelievo e rilascio da luce rilascio
81	0.269	269	439.115	0.107	0.256	59	Prelievo e rilascio da luce rilascio
82	0.266	266	439.115	0.107	0.255	59	Prelievo e rilascio da luce rilascio
83	0.264	264	439.114	0.106	0.255	58	Prelievo e rilascio da luce rilascio
84	0.262	262	439.113	0.105	0.254	58	Prelievo e rilascio da luce

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio
85	0.260	260	439.113	0.105	0.253	58	Prelievo e rilascio da luce rilascio
86	0.258	258	439.112	0.104	0.253	58	Prelievo e rilascio da luce rilascio
87	0.256	256	439.111	0.103	0.252	57	Prelievo e rilascio da luce rilascio
88	0.254	254	439.111	0.103	0.251	57	Prelievo e rilascio da luce rilascio
89	0.252	252	439.110	0.102	0.251	57	Prelievo e rilascio da luce rilascio
90	0.250	250	439.110	0.102	0.250	57	Prelievo e rilascio da luce rilascio
91	0.248	248	439.109	0.101	0.250	57	Prelievo e rilascio da luce rilascio
92	0.246	246	439.108	0.100	0.249	56	Prelievo e rilascio da luce rilascio
93	0.244	244	439.108	0.100	0.248	56	Prelievo e rilascio da luce rilascio
94	0.243	243	439.107	0.099	0.248	56	Prelievo e rilascio da luce rilascio
95	0.241	241	439.107	0.099	0.247	56	Prelievo e rilascio da luce rilascio
96	0.239	239	439.106	0.098	0.247	56	Prelievo e rilascio da luce rilascio
97	0.237	237	439.105	0.097	0.246	55	Prelievo e rilascio da luce rilascio
98	0.235	235	439.105	0.097	0.245	55	Prelievo e rilascio da luce rilascio
99	0.234	234	439.104	0.096	0.245	55	Prelievo e rilascio da luce rilascio
100	0.232	232	439.104	0.096	0.244	55	Prelievo e rilascio da luce rilascio
101	0.230	230	439.103	0.095	0.244	55	Prelievo e rilascio da luce rilascio
102	0.228	228	439.103	0.095	0.243	54	Prelievo e rilascio da luce rilascio
103	0.227	227	439.102	0.094	0.243	54	Prelievo e rilascio da luce rilascio

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
104	0.225	225	439.101	0.094	0.242	54	Prelievo e rilascio da luce rilascio
105	0.223	223	439.101	0.093	0.242	54	Prelievo e rilascio da luce rilascio
106	0.222	222	439.100	0.092	0.241	54	Prelievo e rilascio da luce rilascio
107	0.220	220	439.100	0.092	0.240	54	Prelievo e rilascio da luce rilascio
108	0.218	218	439.099	0.091	0.240	53	Prelievo e rilascio da luce rilascio
109	0.217	217	439.099	0.091	0.239	53	Prelievo e rilascio da luce rilascio
110	0.215	215	439.098	0.090	0.239	53	Prelievo e rilascio da luce rilascio
111	0.214	214	439.098	0.090	0.238	53	Prelievo e rilascio da luce rilascio
112	0.212	212	439.097	0.089	0.238	53	Prelievo e rilascio da luce rilascio
113	0.210	210	439.097	0.089	0.237	53	Prelievo e rilascio da luce rilascio
114	0.209	209	439.096	0.088	0.237	52	Prelievo e rilascio da luce rilascio
115	0.207	207	439.096	0.088	0.236	52	Prelievo e rilascio da luce rilascio
116	0.206	206	439.095	0.087	0.236	52	Prelievo e rilascio da luce rilascio
117	0.204	204	439.095	0.087	0.235	52	Prelievo e rilascio da luce rilascio
118	0.203	203	439.094	0.086	0.235	52	Prelievo e rilascio da luce rilascio
119	0.201	201	439.094	0.086	0.234	52	Prelievo e rilascio da luce rilascio
120	0.200	200	439.093	0.085	0.234	51	Prelievo e rilascio da luce rilascio
121	0.199	199	439.093	0.085	0.233	51	Prelievo e rilascio da luce rilascio
122	0.197	197	439.092	0.084	0.233	51	Prelievo e rilascio da luce rilascio
123	0.196	196	439.092	0.084	0.232	51	Prelievo e

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio da luce rilascio
124	0.194	194	439.091	0.083	0.232	51	Prelievo e rilascio da luce rilascio
125	0.193	193	439.091	0.083	0.231	51	Prelievo e rilascio da luce rilascio
126	0.191	191	439.090	0.082	0.231	50	Prelievo e rilascio da luce rilascio
127	0.190	190	439.090	0.082	0.230	50	Prelievo e rilascio da luce rilascio
128	0.189	189	439.089	0.081	0.230	50	Prelievo e rilascio da luce rilascio
129	0.187	187	439.089	0.081	0.229	50	Prelievo e rilascio da luce rilascio
130	0.186	186	439.088	0.080	0.229	50	Prelievo e rilascio da luce rilascio
131	0.185	185	439.088	0.080	0.229	50	Prelievo e rilascio da luce rilascio
132	0.183	183	439.087	0.080	0.228	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
133	0.182	182	439.087	0.079	0.228	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
134	0.181	181	439.087	0.079	0.227	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
135	0.179	179	439.086	0.078	0.227	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
136	0.178	178	439.086	0.078	0.226	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
137	0.177	177	439.085	0.077	0.226	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
138	0.176	176	439.085	0.077	0.225	49	Prelievo e rilascio da luce rilascio
139	0.174	174	439.084	0.076	0.225	48	Prelievo e rilascio da luce rilascio
140	0.173	173	439.084	0.076	0.224	48	Prelievo e rilascio da luce rilascio
141	0.172	172	439.083	0.075	0.224	48	Prelievo e rilascio da luce rilascio
142	0.171	171	439.083	0.075	0.224	48	Prelievo e rilascio da luce

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio
143	0.169	169	439.082	0.075	0.223	48	Prelievo e rilascio da luce rilascio
144	0.168	168	439.082	0.074	0.223	48	Prelievo e rilascio da luce rilascio
145	0.167	167	439.082	0.074	0.222	48	Prelievo e rilascio da luce rilascio
146	0.166	166	439.081	0.073	0.222	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
147	0.165	165	439.081	0.073	0.221	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
148	0.163	163	439.080	0.072	0.221	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
149	0.162	162	439.080	0.072	0.220	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
150	0.161	161	439.079	0.072	0.220	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
151	0.160	160	439.079	0.071	0.220	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
152	0.159	159	439.079	0.071	0.219	47	Prelievo e rilascio da luce rilascio
153	0.158	158	439.078	0.070	0.219	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
154	0.156	156	439.078	0.070	0.218	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
155	0.155	155	439.077	0.069	0.218	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
156	0.154	154	439.077	0.069	0.218	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
157	0.153	153	439.076	0.069	0.217	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
158	0.152	152	439.076	0.068	0.217	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
159	0.151	151	439.076	0.068	0.216	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
160	0.150	150	439.075	0.067	0.216	46	Prelievo e rilascio da luce rilascio
161	0.149	149	439.075	0.067	0.215	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
162	0.148	148	439.074	0.066	0.215	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
163	0.147	147	439.074	0.066	0.215	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
164	0.145	145	439.074	0.066	0.214	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
165	0.144	144	439.073	0.065	0.214	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
166	0.143	143	439.073	0.065	0.213	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
167	0.142	142	439.072	0.064	0.213	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
168	0.141	141	439.072	0.064	0.213	45	Prelievo e rilascio da luce rilascio
169	0.140	140	439.072	0.064	0.212	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
170	0.139	139	439.071	0.063	0.212	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
171	0.138	138	439.071	0.063	0.211	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
172	0.137	137	439.070	0.062	0.211	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
173	0.136	136	439.070	0.062	0.211	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
174	0.135	135	439.070	0.062	0.210	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
175	0.134	134	439.069	0.061	0.210	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
176	0.133	133	439.069	0.061	0.209	44	Prelievo e rilascio da luce rilascio
177	0.132	132	439.068	0.060	0.209	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
178	0.131	131	439.068	0.060	0.209	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
179	0.130	130	439.068	0.060	0.208	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
180	0.129	129	439.067	0.059	0.208	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
181	0.128	128	439.067	0.059	0.207	43	Prelievo e

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio da luce rilascio
182	0.127	127	439.066	0.059	0.207	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
183	0.126	126	439.066	0.058	0.207	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
184	0.125	125	439.066	0.058	0.206	43	Prelievo e rilascio da luce rilascio
185	0.124	124	439.065	0.057	0.206	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
186	0.124	124	439.065	0.057	0.206	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
187	0.123	123	439.065	0.057	0.205	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
188	0.122	122	439.064	0.056	0.205	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
189	0.121	121	439.064	0.056	0.204	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
190	0.120	120	439.063	0.055	0.204	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
191	0.119	119	439.063	0.055	0.204	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
192	0.118	118	439.063	0.055	0.203	42	Prelievo e rilascio da luce rilascio
193	0.117	117	439.062	0.054	0.203	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
194	0.116	116	439.062	0.054	0.202	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
195	0.115	115	439.061	0.054	0.202	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
196	0.114	114	439.061	0.053	0.202	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
197	0.113	113	439.061	0.053	0.201	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
198	0.113	113	439.060	0.052	0.201	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
199	0.112	112	439.060	0.052	0.201	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
200	0.111	111	439.060	0.052	0.200	41	Prelievo e rilascio da luce

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio
201	0.110	110	439.059	0.051	0.200	41	Prelievo e rilascio da luce rilascio
202	0.109	109	439.059	0.051	0.199	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
203	0.108	108	439.058	0.051	0.199	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
204	0.107	107	439.058	0.050	0.199	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
205	0.107	107	439.058	0.050	0.198	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
206	0.106	106	439.057	0.049	0.198	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
207	0.105	105	439.057	0.049	0.198	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
208	0.104	104	439.057	0.049	0.197	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
209	0.103	103	439.056	0.048	0.197	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
210	0.102	102	439.056	0.048	0.197	40	Prelievo e rilascio da luce rilascio
211	0.102	102	439.056	0.048	0.196	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
212	0.101	101	439.055	0.047	0.196	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
213	0.100	100	439.055	0.047	0.195	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
214	0.099	99	439.054	0.047	0.195	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
215	0.098	98	439.054	0.046	0.195	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
216	0.097	97	439.054	0.046	0.194	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
217	0.097	97	439.053	0.045	0.194	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
218	0.096	96	439.053	0.045	0.194	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio
219	0.095	95	439.053	0.045	0.193	39	Prelievo e rilascio da luce rilascio

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
220	0.094	94	439.052	0.044	0.193	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
221	0.093	93	439.052	0.044	0.193	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
222	0.093	93	439.052	0.044	0.192	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
223	0.092	92	439.051	0.043	0.192	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
224	0.091	91	439.051	0.043	0.191	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
225	0.090	90	439.050	0.043	0.191	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
226	0.090	90	439.050	0.042	0.191	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
227	0.089	89	439.050	0.042	0.190	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
228	0.088	88	439.049	0.041	0.190	38	Prelievo e rilascio da luce rilascio
229	0.087	87	439.049	0.041	0.190	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
230	0.086	86	439.049	0.041	0.189	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
231	0.086	86	439.048	0.040	0.189	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
232	0.085	85	439.048	0.040	0.189	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
233	0.084	84	439.048	0.040	0.188	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
234	0.083	83	439.047	0.039	0.188	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
235	0.083	83	439.047	0.039	0.187	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
236	0.082	82	439.046	0.039	0.187	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
237	0.081	81	439.046	0.038	0.187	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
238	0.080	80	439.046	0.038	0.186	37	Prelievo e rilascio da luce rilascio
239	0.080	80	439.045	0.037	0.186	36	Prelievo e

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio da luce rilascio
240	0.079	79	439.045	0.037	0.186	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
241	0.078	78	439.045	0.037	0.185	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
242	0.078	78	439.044	0.036	0.185	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
243	0.077	77	439.044	0.036	0.185	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
244	0.076	76	439.044	0.036	0.184	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
245	0.075	75	439.043	0.035	0.184	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
246	0.075	75	439.043	0.035	0.183	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
247	0.074	74	439.042	0.035	0.183	36	Prelievo e rilascio da luce rilascio
248	0.073	73	439.042	0.034	0.183	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
249	0.073	73	439.042	0.034	0.182	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
250	0.072	72	439.041	0.034	0.182	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
251	0.071	71	439.041	0.033	0.182	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
252	0.071	71	439.041	0.033	0.181	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
253	0.070	70	439.040	0.032	0.181	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
254	0.069	69	439.040	0.032	0.181	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
255	0.068	68	439.040	0.032	0.180	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
256	0.068	68	439.039	0.031	0.180	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
257	0.067	67	439.039	0.031	0.179	35	Prelievo e rilascio da luce rilascio
258	0.066	66	439.039	0.031	0.179	34	Prelievo e rilascio da luce

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio
259	0.066	66	439.038	0.030	0.179	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
260	0.065	65	439.038	0.030	0.178	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
261	0.064	64	439.037	0.030	0.178	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
262	0.064	64	439.037	0.029	0.178	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
263	0.063	63	439.037	0.029	0.177	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
264	0.062	62	439.036	0.028	0.177	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
265	0.062	62	439.036	0.028	0.177	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
266	0.061	61	439.036	0.028	0.176	34	Prelievo e rilascio da luce rilascio
267	0.060	60	439.035	0.027	0.176	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
268	0.060	60	439.035	0.027	0.175	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
269	0.059	59	439.034	0.027	0.175	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
270	0.058	58	439.034	0.026	0.175	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
271	0.058	58	439.034	0.026	0.174	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
272	0.057	57	439.033	0.025	0.174	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
273	0.057	57	439.033	0.025	0.174	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
274	0.056	56	439.033	0.025	0.173	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
275	0.055	55	439.032	0.024	0.173	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
276	0.055	55	439.032	0.024	0.172	33	Prelievo e rilascio da luce rilascio
277	0.054	54	439.031	0.024	0.172	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
278	0.053	53	439.031	0.023	0.172	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
279	0.053	53	439.031	0.023	0.171	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
280	0.052	52	439.030	0.022	0.171	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
281	0.052	52	439.030	0.022	0.171	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
282	0.051	51	439.030	0.022	0.170	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
283	0.050	50	439.029	0.021	0.170	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
284	0.050	50	439.029	0.021	0.169	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
285	0.049	49	439.028	0.020	0.169	32	Prelievo e rilascio da luce rilascio
286	0.048	48	439.028	0.020	0.169	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
287	0.048	48	439.028	0.020	0.168	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
288	0.047	47	439.027	0.019	0.168	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
289	0.047	47	439.027	0.019	0.167	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
290	0.046	46	439.026	0.018	0.167	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
291	0.045	45	439.026	0.018	0.167	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
292	0.045	45	439.026	0.018	0.166	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
293	0.044	44	439.025	0.017	0.166	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
294	0.044	44	439.025	0.017	0.165	31	Prelievo e rilascio da luce rilascio
295	0.043	43	439.024	0.016	0.165	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
296	0.042	42	439.024	0.016	0.165	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
297	0.042	42	439.024	0.016	0.164	30	Prelievo e

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio da luce rilascio
298	0.041	41	439.023	0.015	0.164	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
299	0.041	41	439.023	0.015	0.163	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
300	0.040	40	439.022	0.014	0.163	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
301	0.040	40	439.022	0.014	0.162	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
302	0.039	39	439.021	0.013	0.162	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
303	0.038	38	439.021	0.013	0.162	30	Prelievo e rilascio da luce rilascio
304	0.038	38	439.020	0.013	0.161	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
305	0.037	37	439.020	0.012	0.161	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
306	0.037	37	439.020	0.012	0.160	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
307	0.036	36	439.019	0.011	0.160	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
308	0.035	35	439.019	0.011	0.159	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
309	0.035	35	439.018	0.010	0.159	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
310	0.034	34	439.018	0.010	0.158	29	Prelievo e rilascio da luce rilascio
311	0.034	34	439.017	0.009	0.158	28	Prelievo e rilascio da luce rilascio
312	0.033	33	439.017	0.009	0.157	28	Prelievo e rilascio da luce rilascio
313	0.033	33	439.016	0.008	0.157	28	Prelievo e rilascio da luce rilascio
314	0.032	32	439.016	0.008	0.156	28	Prelievo e rilascio da luce rilascio
315	0.032	32	439.015	0.007	0.156	28	Prelievo e rilascio da luce rilascio
316	0.031	31	439.015	0.007	0.155	28	Prelievo e rilascio da luce

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							rilascio
317	0.030	30	439.014	0.006	0.155	28	Prelievo e rilascio da luce rilascio
318	0.030	30	439.013	0.005	0.154	27	Prelievo e rilascio da luce rilascio
319	0.029	29	439.013	0.005	0.153	27	Prelievo e rilascio da luce rilascio
320	0.029	29	439.012	0.004	0.153	27	Prelievo e rilascio da luce rilascio
321	0.028	28	439.012	0.004	0.152	27	Prelievo e rilascio da luce rilascio
322	0.028	28	439.011	0.003	0.151	27	Prelievo e rilascio da luce rilascio
323	0.027	27	439.010	0.002	0.151	27	Prelievo e rilascio da luce rilascio
324	0.027	27	439.009	0.001	0.150	26	Prelievo e rilascio da luce rilascio
325	0.026	26	439.008	0.000	0.149	26	Esclusione derivazione
326	0.026	26	439.006	-0.002	0.147	26	Rilascio tutta portata in arrivo
327	0.025	25	439.004	-0.004	0.145	25	Rilascio tutta portata in arrivo
328	0.025	25	439.002	-0.006	0.143	25	Rilascio tutta portata in arrivo
329	0.024	24	439.000	-0.008	0.141	24	Rilascio tutta portata in arrivo
330	0.023	23	438.998	-0.010	0.139	24	Rilascio tutta portata in arrivo
331	0.023	23	438.996	-0.012	0.137	23	Rilascio tutta portata in arrivo
332	0.022	22	438.994	-0.014	0.134	22	Rilascio tutta portata in arrivo
333	0.022	22	438.992	-0.016	0.132	22	Rilascio tutta portata in arrivo
334	0.021	21	438.989	-0.019	0.130	21	Rilascio tutta portata in arrivo
335	0.021	21	438.987	-0.021	0.128	21	Rilascio tutta portata in arrivo
336	0.020	20	438.985	-0.023	0.126	20	Rilascio tutta portata in arrivo
337	0.020	20	438.983	-0.025	0.124	20	Rilascio tutta portata in arrivo
338	0.019	19	438.981	-0.027	0.122	19	Rilascio tutta portata in arrivo
339	0.019	19	438.979	-0.029	0.119	19	Rilascio tutta portata in arrivo
340	0.018	18	438.976	-0.032	0.117	18	Rilascio tutta portata in arrivo
341	0.018	18	438.974	-0.034	0.115	18	Rilascio tutta

t	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Livello idrico H	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA	Note
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[l/s]	
							portata in arrivo
342	0.017	17	438.972	-0.036	0.113	17	Rilascio tutta portata in arrivo
343	0.017	17	438.970	-0.038	0.111	17	Rilascio tutta portata in arrivo
344	0.016	16	438.967	-0.041	0.108	16	Rilascio tutta portata in arrivo
345	0.016	16	438.965	-0.043	0.106	16	Rilascio tutta portata in arrivo
346	0.015	15	438.963	-0.045	0.104	15	Rilascio tutta portata in arrivo
347	0.015	15	438.961	-0.047	0.102	15	Rilascio tutta portata in arrivo
348	0.014	14	438.958	-0.050	0.099	14	Rilascio tutta portata in arrivo
349	0.014	14	438.956	-0.052	0.097	14	Rilascio tutta portata in arrivo
350	0.013	13	438.954	-0.054	0.094	13	Rilascio tutta portata in arrivo
351	0.013	13	438.951	-0.057	0.092	13	Rilascio tutta portata in arrivo
352	0.012	12	438.949	-0.059	0.090	12	Rilascio tutta portata in arrivo
353	0.012	12	438.946	-0.062	0.087	12	Rilascio tutta portata in arrivo
354	0.011	11	438.944	-0.064	0.085	11	Rilascio tutta portata in arrivo
355	0.011	11	438.941	-0.067	0.082	11	Rilascio tutta portata in arrivo
356	0.010	10	438.939	-0.069	0.080	10	Rilascio tutta portata in arrivo
357	0.010	10	438.936	-0.072	0.077	10	Rilascio tutta portata in arrivo
358	0.009	9	438.934	-0.074	0.075	9	Rilascio tutta portata in arrivo
359	0.009	9	438.931	-0.077	0.072	9	Rilascio tutta portata in arrivo
360	0.008	8	438.928	-0.080	0.069	8	Rilascio tutta portata in arrivo
361	0.008	8	438.925	-0.083	0.066	8	Rilascio tutta portata in arrivo
362	0.007	7	438.923	-0.085	0.064	7	Rilascio tutta portata in arrivo
363	0.007	7	438.920	-0.088	0.061	7	Rilascio tutta portata in arrivo
364	0.006	6	438.917	-0.091	0.058	6	Rilascio tutta portata in arrivo
365	0.006	6	438.914	-0.094	0.055	6	Rilascio tutta portata in arrivo
MEDIA	0.179	179				46	

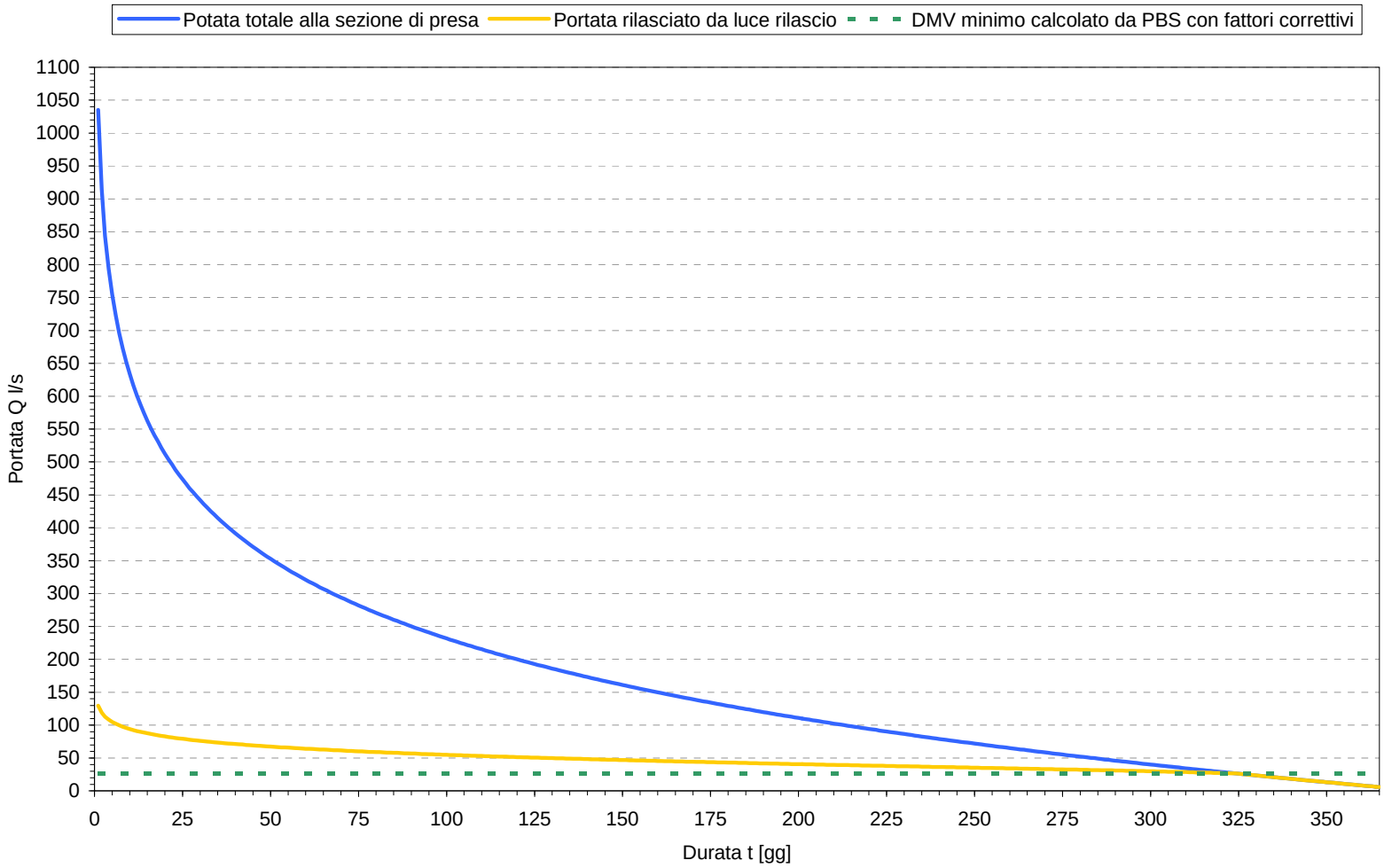


Fig. 3: *Curva di rilascio luce DMV.*

Sulla base dei valori di portata rilasciata corrispondenti a ciascuna portata in arrivo è stata valutata accuratamente la portata sfruttabile e quindi più correttamente definita la stima della producibilità attesa e la definizione dei parametri caratteristici dell'impianto, quali la portata media nominale e la potenza media nominale di concessione.

4. Scala di risalita per la fauna ittica

Allo scopo di garantire la continuità idraulica e biologica interrotta dalla traversa di sbarramento, è prevista la realizzazione di una struttura che consente alle specie ittiche gli spostamenti necessari a scopo riproduttivo e/o trofico. Come illustrato nella tavola grafica *(TAV. EG-OP-01_rev02- settembre 2014)*, la tipologia scelta è una scala di risalita per i pesci a bacini successivi di tipo a boulder bars a percorso ripiegato

La scala verrà realizzata in sinistra idrografica, in aderenza alla presa.

L'imbocco della scala di rimonta viene garantito realizzando una luce a superficie libera, alimentata con la portata di rispetto precedentemente calcolata al variare della portata in arrivo.

Di seguito è riportata una vista planimetrica dell' opera di presa con evidenziati alcuni particolari della scala di risalita.

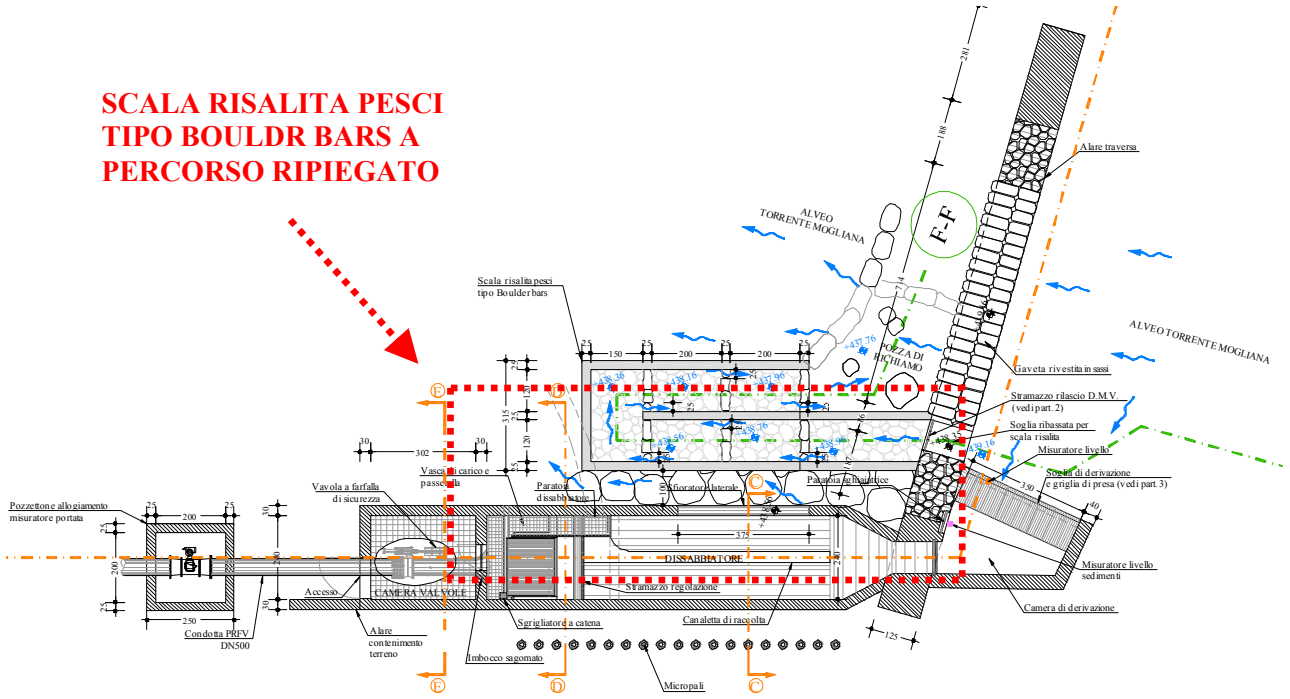


Fig. 5: *Planimetria di progetto opera di presa e indicazione scala di risalita.*

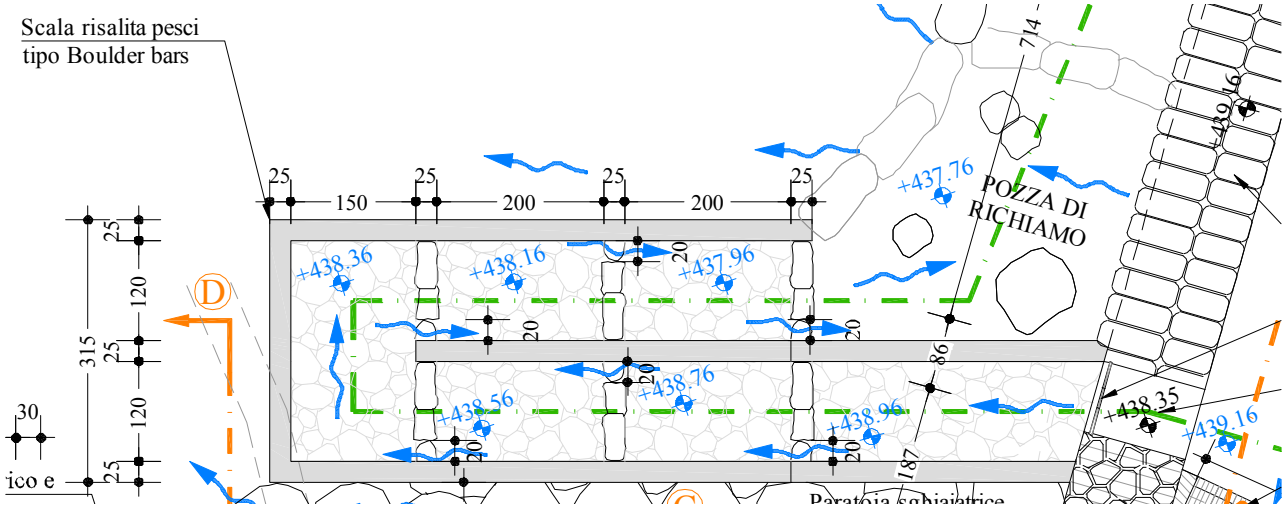


Fig. 5: *Pianta scala di risalita.*

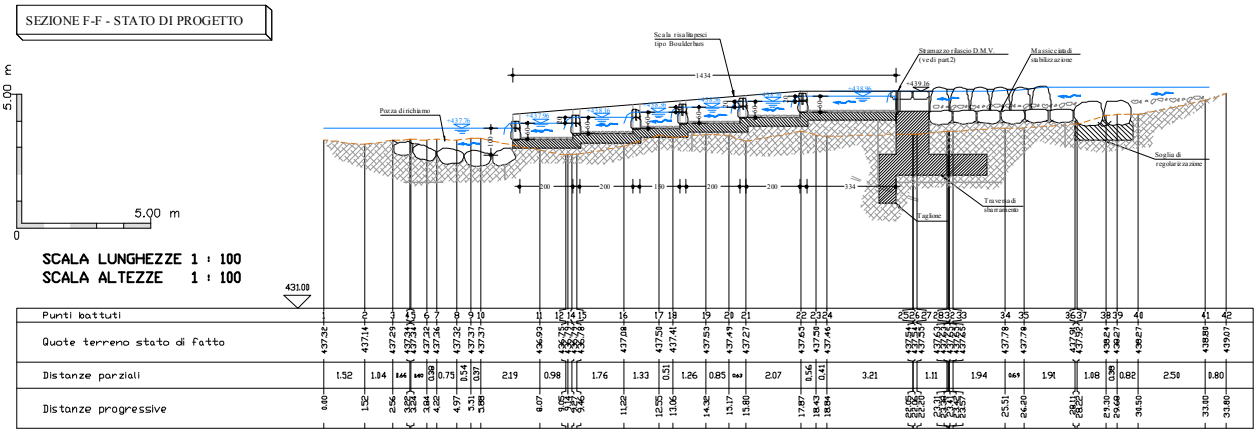


Fig. 5: *Sezione longitudinale scala di risalita pesci. Sez. F-F.*

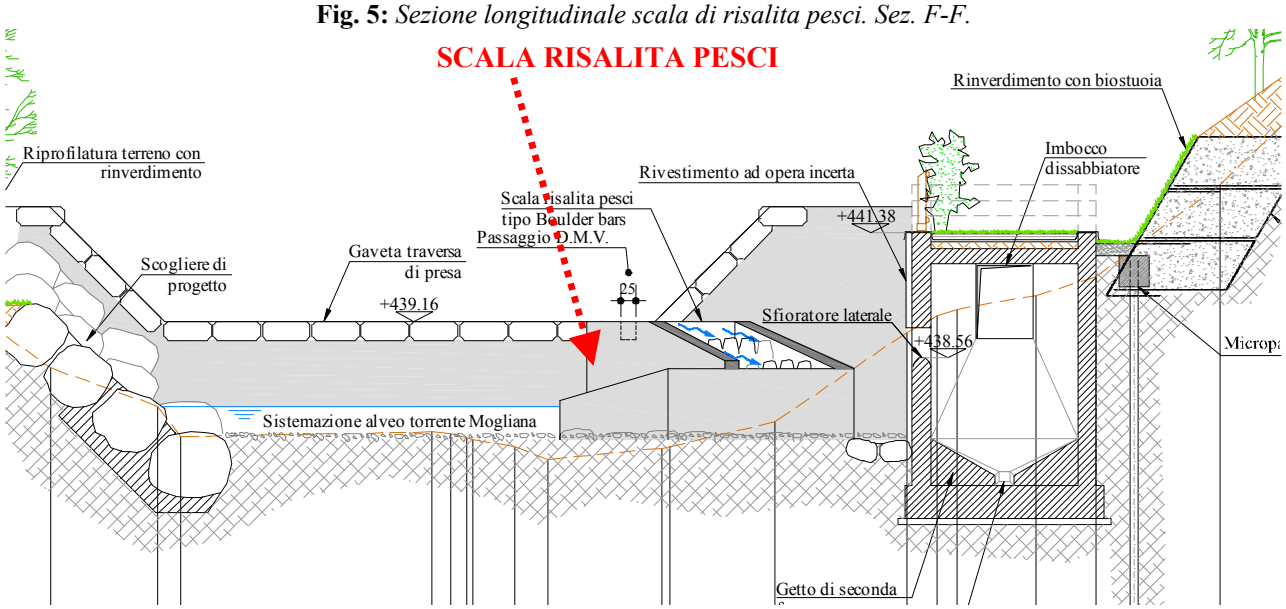


Fig. 5: *Vista scala di risalita.*

SEZIONE TIPO BACINO SCALA RISALITA
Sez. G-G - Scala 1:25

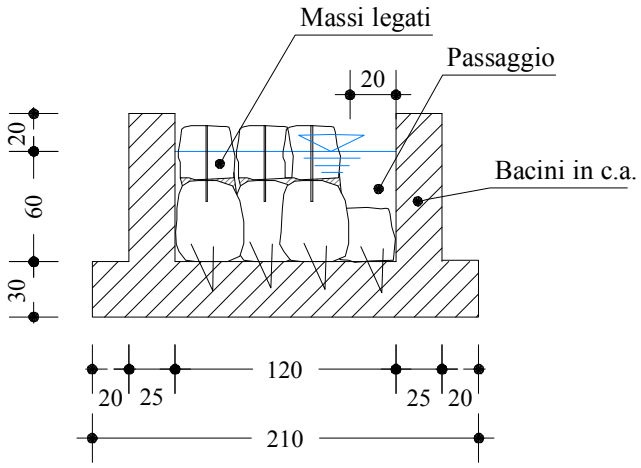


Fig. 5: *Sezione tipo scala risalita.*

Il volume di ciascuna vasca viene verificato impostando che la potenza dissipata per unità di volume sia non superiore a 200 W/m^3.

Dati di progetto:

- accelerazione di gravità $g = 9{,}81 m/s^2$
- densità dell'acqua $\rho = 1000 kg/m^3$
- portata di rilascio massima $Q_{SCALA_MAX} = 74.6 l/s$ - Corrisponde al caso in cui il livello sia pari alla traversa di sbarramento-
- dislivello tra due vasche successive $\Delta h = 0{,}20 m$
- potenza dissipata per unità di volume $P_v \le 200 W/m^3$
- volume di ciascuna vasca $V = \text{Lung} \cdot \text{Larg} \cdot \text{Prof} = 2.00 \cdot 1.20 \cdot 0.60 = 1.440 m^3$

$$P_v = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_{DMV} \cdot \Delta h}{V} = \frac{1000 kg/m^3 \cdot 9.81 m/s^2 \cdot 0.0746 m^3/s \cdot 0.20 m}{1.440 m^3} = 101.64 W/m^3 \le 200 W/m^3$$

Con le dimensioni di progetto si ottiene una potenza dissipata per unità di volume pari a 101.64 W/m^3 minore dei 200 W/m^3 valore riportato e consigliato in letteratura per il dimensionamento di tali manufatti.

La velocità massima di passaggio in corrispondenza dello sfioro tra una vasca e l'altra può esser calcolata come segue:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.20} = 1.98 m/s$$

La velocità calcolata, come detto, è in corrispondenza dello sfioro tra due vasche successive, mentre, internamente alle vasche la velocità è notevolmente attenuata, realizzando così una zona di calma e di riposo

per il pesce. All'interno delle vasche la velocità media sulla sezione di dimensioni larghezza 1.20 m e profondità 0.60 m è di circa 0.10 m/s.

Di seguito esposti i parametri della verifica:

PASSAGGIO PER PESCI A BACINI SUCCESSIVI			
Livello idrico di progetto MONTE	Hm	439.16	m.s.l.m.
Livello idrico di progetto VALLE	Hv	437.76	m.s.l.m.
Dislivello	Hm-Hv	1.40	m
Numero di salti	n	7	
Salto tra le soglie fessure laterali	dH	0.200	m
DIMENSIONAMENTO BACINI			
Lunghezza Interna Utile	L	2	m
Larghezza Interna Utile	B	1.2	m
Altezza media bacino	h	0.6	m
Lunghezza totale scala	Ltot	14.34	m
Pendenza media	i	9.76	%
Rapporto lunghezza bacino/larghezza bacino	r1	1.67	
Rapporto lunghezza bacino/larghezza fessura	r2	10.00	
Rapporto larghezza bacino/larghezza fessura	r3	6.00	
DIMENSIONAMENTO PASSAGGIO			
Coefficiente di contrazione	Cd	0.385	m
Larghezza media passaggio	b	0.20	m
Carico sul passaggio	Hi	0.36	m
Portata	Q	0.0746	mc/s
POTENZA DISSIPATA			
Portata totale	Qtot	0.075	mc/s
Volume d'acqua nel singolo bacino	Va	1.440	mc
Potenza specifica dissipata bacini	P	101.64	W/mc

Tab. 7: *Dati riassuntivi scala di risalita fauna ittica.*

Per tutti i dettagli dimensionali e costruttivi si rimanda agli elaborati grafici progettuali. In particolare la tavola grafica *TAV 13 Opera di presa - Planimetria di rilievo - Stato di progetto – Pianta revisione 02 di settembre 2014.*

5. Strumenti di misura

La strumentazione di misura ha il compito di rilevare il corretto funzionamento del sistema di captazione e convogliamento in centrale dell'acqua destinata alle macchine; pertanto essa si compone di :

- una strumentazione di controllo del livello idrometrico in corrispondenza della traversa di presa e contestualmente sulla luce di rilascio della portata di rispetto;

- un sistema di misura della portata in transito nella condotta forzata;
- un sistema di misura del livello dei sedimenti in corrispondenza della bocca di derivazione.

Il controllo del livello idrometrico si basa sulla valutazione del livello del tirante idrico presso la traversa di sbarramento in corrispondenza della bocca di derivazione e della luce di rilascio del DMV.

La valutazione è condotta attraverso l'impiego di un sensore di livello ad ultrasuoni; il principio di funzionamento è assimilabile a quello di un sonar: al di sopra della soglia in questione viene collocata una sorgente di ultrasuoni, orientata nella direzione della superficie da sondare; quando l'onda emessa all'istante t giunge sulla superficie del fluido viene in parte riflessa, ed il segnale di ritorno viene quindi captato nel tempo t+dt da un apposito ricevitore posto affianco alla sorgente; misurando questo tempo e conoscendo la velocità di propagazione dell'onda nell'aria si risale alla distanza fra il sensore e la superficie del pelo libero; nota che sia l'elevazione del dispositivo dalla soglia, si risale per differenza all'altezza del tirante.

L'opera di presa è dotata anche di una paratoia generale di sezionamento per consentire la messa fuori servizio dell'impianto e quindi la totale chiusura della derivazione.

A recepimento delle note espresse dalla relazione istruttoria, si è modificata la luce di rilascio in maniera tale da dare garanzia assoluta che il rilascio della portata di DMV avvenga in maniera prioritaria rispetto alla derivazione. In particolare la quota della soglia di derivazione è stata posizionata al di sopra della quota della luce di sfioro, garantendo quindi che il DMV minimo prescritto, ed eventualmente le portate di magra naturalmente presenti, siano sempre libere di defluire a valle delle opere di sbarramento in qualsiasi condizione di funzionamento. Lo schema di dettaglio viene riportato nella specifica relazione idraulica dove vengono riportati i dettagli geometrici delle luci ed il loro dimensionamento.

A differenza della prima soluzione progettuale proposta le modifiche apportate danno assoluta garanzia,della priorità del rilascio, rispetto al prelievo. A seguito delle modifiche introdotte si sono aggiornati i dati caratteristici dell'impianto.

Il misuratore di portata, installato immediatamente a valle della vasca di carico all'interno di un apposito pozzetto ispezionabile, dovrà avere una pressione nominale pari a PN10 e sarà di tipo elettromagnetico; captando brusche variazioni di portata non accompagnate da un relativo spostamento nelle spine degli iniettori (l'incrocio dei dati avverrà in sede di logica di controllo della centrale) sarà in grado di segnalare problemi di convogliamento dell'acqua in centrale, quali ad esempio le rotture della condotta.

A garanzia del presidio del corretto funzionamento della condotta è prevista da progetto l'installazione di una valvola a farfalla con rilevatore di velocità in testa alla condotta forzata.

Tutti gli apparati elettromeccanici saranno dettagliatamente descritti sulla relazione delle opere elettromeccaniche.

6. Dimensionamento condotta di adduzione

Dimensionamento condotta e colpo d'ariete:

Il progetto prevede la posa di tubi in PRFV di diametro nominale 500 mm. Di seguito sono riassunte le caratteristiche tecniche della condotta e parametri dei materiali utilizzati utili al calcoli seguenti:

CARATTERISTICHE IMPIANTO	VALORE	UNITA'
P.M.S.	438.50	m s.l.m.
P.M.I.	322.56	m s.l.m.
Salto motore lordo (H)	115.94	m
Qmax	0.354	m^3/s
Velocità massima in condotta	1.76	m/s
Lunghezza tubazione	1020	m

Tab. 8: *Tabella valori caratteristici impianto.*

CARATTERISTICHE CONDOTTA	VALORE	UNITA'
Diametro nominale	500	mm
Diametro interno condotta	505.8	mm
Diametro esterno condotta	530	mm
Spessore (s)	12.1	mm
Scabrezza tubo PRFV (ε)	0.01	mm

Tab. 9: *Tabella valori caratteristici condotta.*

CARATTERISTICHE MATERIALI	VALORE	UNITA'
Viscosità cinematica acqua a 10°C	1.31010^-06	m^2/s
Modulo Elastico Acqua (E_{acqua})	2.1*10^9	N/m^2
Modulo Elastico PRFV (E_{PRFV})	7*10^9	N/m^2
Densità PRFV	1700	kg/m^3
Densità acqua	1000	kg/m^3

Tab. 10: *Tabella valori caratteristici dei materiali.*

Il dimensionamento della tubazione deve tenere in considerazione, oltre che della pressione di esercizio, della sovrappressione derivante dal Colpo d'ariete. Il colpo d'ariete è infatti una sovrappressione che si genera in una condotta quando l'acqua (o altro fluido) che la percorre subisce un brusco rallentamento o addirittura l'arresto. In tali condizioni l'energia cinetica dell'acqua in movimento si trasforma in lavoro di compressione che deve essere contenuto entro limiti di sicurezza per non compromettere l'integrità della galleria di derivazione, della condotta forzata, della turbina e delle apparecchiature collegate.

Per calcolare la sovrappressione legata a questo fenomeno si deve prima calcolare la celerità di propagazione dell'onda in condotta, funzione del materiale e della geometria della condotta :

$$c = \sqrt{\frac{E_{acqua}}{1 + \frac{E_{acqua} D}{E_{prfv} s}}} = 385.37 m/s \qquad \text{Eq. 15}$$

Il tempo impiegato dall'onda di pressione a percorrere l'intera condotta e tornare all'otturatore dopo una sua chiusura istantanea vale:

$$\tau = \frac{2L}{c} = 5.29 s \qquad \text{Eq. 16}$$

Una manovra degli organi di regolazione può essere considerata lenta quando il tempo di chiusura è superiore al tempo della condotta (τ). Una manovra lenta determina quindi delle sovrappressioni limitate calcolabili con la formula di Michaud:

$$\Delta h = \frac{\tau}{\pi c} \frac{cV}{g} = 12.21 m \qquad \text{Eq. 17}$$

Dove πc è il tempo di chiusura degli organi di regolazione imposto di 30 s e V è la velocità dell'acqua in condotta.

La pressione totale agente in metri di colonna d'acqua sulla condotta in tali condizioni è:

$$Htotale = H + \Delta h = 115.94 m + 12.21 m = 128.15 m \qquad \text{Eq. 18}$$

Pertanto sarà scelto un tubo in PRFV dello spessore di 12.1cm grado di resistere alla pressione di esercizio e alle sovrappressioni dovute alla chiusura, che in ogni caso è opportuno sia sempre superiore ai 30 s per garantire con il dovuto margine di sicurezza l'integrità della condotta.

Calcolo perdite di carico:

Le perdite di carico distribuite lungo la condotta possono essere calcolate considerando il moto assolutamente turbolento della corrente; il valore esatto può essere determinato calcolando la cadente con la formula di Colebrook-White.

Il calcolo idraulico di dimensionamento della condotta forzata viene fatto determinando la cadente idraulica con la formula di Darcy-Weisbach

$$j = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g} \qquad \text{Eq. 19}$$

Dove D rappresenta il diametro interno della tubazione, U la velocità del fluido all'interno della condotta, e λ il numero di resistenza che viene ricavato iterativamente attraverso la formulazione di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log\left(\frac{2.51}{\mathrm{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3.71 \cdot D} \right) \qquad \text{Eq. 20}$$

Dove viene assunta come scabrezza ε=0.01.

Il risultato del calcolo viene riportato considerando il range di portate utilizzate dall'impianto:

numero di resistenza λ	Q [l/s]	Di [m]	U [m/s]	Re [-]	cadente J [m/km]+10%	perdita distribuita [m]+10%	Salto netto [m]	Perdita %
0.000000	0	0.5058	0.00	0.00E+00	0.00	0.00	115.94	0.00%
0.026181	10	0.5058	0.05	1.92E+04	0.01	0.01	115.93	0.01%
0.022233	20	0.5058	0.10	3.84E+04	0.02	0.02	115.92	0.02%
0.020320	30	0.5058	0.15	5.76E+04	0.05	0.05	115.89	0.04%
0.019109	40	0.5058	0.20	7.69E+04	0.08	0.09	115.85	0.07%
0.018245	50	0.5058	0.25	9.61E+04	0.13	0.13	115.81	0.11%
0.017582	60	0.5058	0.30	1.15E+05	0.17	0.18	115.76	0.15%
0.017051	70	0.5058	0.35	1.35E+05	0.23	0.23	115.71	0.20%
0.016612	80	0.5058	0.40	1.54E+05	0.29	0.30	115.64	0.26%
0.016239	90	0.5058	0.45	1.73E+05	0.36	0.37	115.57	0.32%
0.015917	100	0.5058	0.50	1.92E+05	0.44	0.45	115.49	0.38%
0.015635	110	0.5058	0.55	2.11E+05	0.52	0.53	115.41	0.46%
0.015609	**Qnom =111**	**0.5058**	**0.55**	**2.13E+05**	**0.53**	**0.54**	**115.40**	**0.46%**
0.015385	120	0.5058	0.60	2.31E+05	0.61	0.62	115.32	0.54%
0.015161	130	0.5058	0.65	2.50E+05	0.70	0.72	115.22	0.62%
0.014958	140	0.5058	0.70	2.69E+05	0.80	0.82	115.12	0.71%
0.014773	150	0.5058	0.75	2.88E+05	0.91	0.93	115.01	0.80%
0.014605	160	0.5058	0.80	3.07E+05	1.03	1.05	114.89	0.90%
0.014449	170	0.5058	0.85	3.27E+05	1.15	1.17	114.77	1.01%
0.014305	180	0.5058	0.90	3.46E+05	1.27	1.30	114.64	1.12%
0.014172	190	0.5058	0.95	3.65E+05	1.40	1.43	114.51	1.24%
0.014047	200	0.5058	1.00	3.84E+05	1.54	1.57	114.37	1.36%
0.013930	210	0.5058	1.05	4.04E+05	1.69	1.72	114.22	1.48%
0.013821	220	0.5058	1.09	4.23E+05	1.84	1.87	114.07	1.62%
0.013717	230	0.5058	1.14	4.42E+05	1.99	2.03	113.91	1.75%
0.013620	240	0.5058	1.19	4.61E+05	2.15	2.20	113.74	1.89%
0.013528	250	0.5058	1.24	4.80E+05	2.32	2.37	113.57	2.04%
0.013441	260	0.5058	1.29	5.00E+05	2.49	2.54	113.40	2.19%
0.013358	270	0.5058	1.34	5.19E+05	2.67	2.73	113.21	2.35%
0.013279	280	0.5058	1.39	5.38E+05	2.86	2.92	113.02	2.51%
0.013203	290	0.5058	1.44	5.57E+05	3.05	3.11	112.83	2.68%
0.013132	300	0.5058	1.49	5.76E+05	3.24	3.31	112.63	2.85%
0.013063	310	0.5058	1.54	5.96E+05	3.45	3.52	112.42	3.03%
0.012997	320	0.5058	1.59	6.15E+05	3.65	3.73	112.21	3.21%
0.012934	330	0.5058	1.64	6.34E+05	3.87	3.94	112.00	3.40%
0.012873	340	0.5058	1.69	6.53E+05	4.09	4.17	111.77	3.59%
0.012815	350	0.5058	1.74	6.73E+05	4.31	4.40	111.54	3.79%
0.012792	**Qmax =354**	**0.5058**	**1.76**	**6.80E+05**	**4.40**	**4.49**	**111.45**	**3.87%**

numero di resistenza λ	Q [l/s]	Di [m]	U [m/s]	Re [-]	cadente J [m/km]+10%	perdita distribuita [m]+10%	Salto netto [m]	Perdita %
0.012759	360	0.5058	1.79	6.92E+05	4.54	4.63	111.31	3.99%
0.012705	370	0.5058	1.84	7.11E+05	4.78	4.87	111.07	4.20%
0.012653	380	0.5058	1.89	7.30E+05	5.02	5.12	110.82	4.41%
0.012603	390	0.5058	1.94	7.49E+05	5.26	5.37	110.57	4.63%
0.012554	400	0.5058	1.99	7.69E+05	5.51	5.62	110.32	4.85%
0.012507	410	0.5058	2.04	7.88E+05	5.77	5.89	110.05	5.08%
0.012462	420	0.5058	2.09	8.07E+05	6.04	6.16	109.78	5.31%
0.012418	430	0.5058	2.14	8.26E+05	6.30	6.43	109.51	5.55%
0.012375	440	0.5058	2.19	8.45E+05	6.58	6.71	109.23	5.79%
0.012334	450	0.5058	2.24	8.65E+05	6.86	6.99	108.95	6.03%
0.012294	460	0.5058	2.29	8.84E+05	7.14	7.28	108.66	6.28%
0.012255	470	0.5058	2.34	9.03E+05	7.43	7.58	108.36	6.54%
0.012217	480	0.5058	2.39	9.22E+05	7.73	7.88	108.06	6.80%
0.012180	490	0.5058	2.44	9.42E+05	8.03	8.19	107.75	7.06%
0.012145	500	0.5058	2.49	9.61E+05	8.34	8.50	107.44	7.33%

Tab. 11: *Dati riassuntivi calcolo perdite di carico condotta.*

Per la definizione della curva caratteristica della condotta, e la stima della producibilità, sono state computate, ad ogni regime di funzionamento, un contributo aggiuntivo di perdite di carico concentrate, pari al 10%.

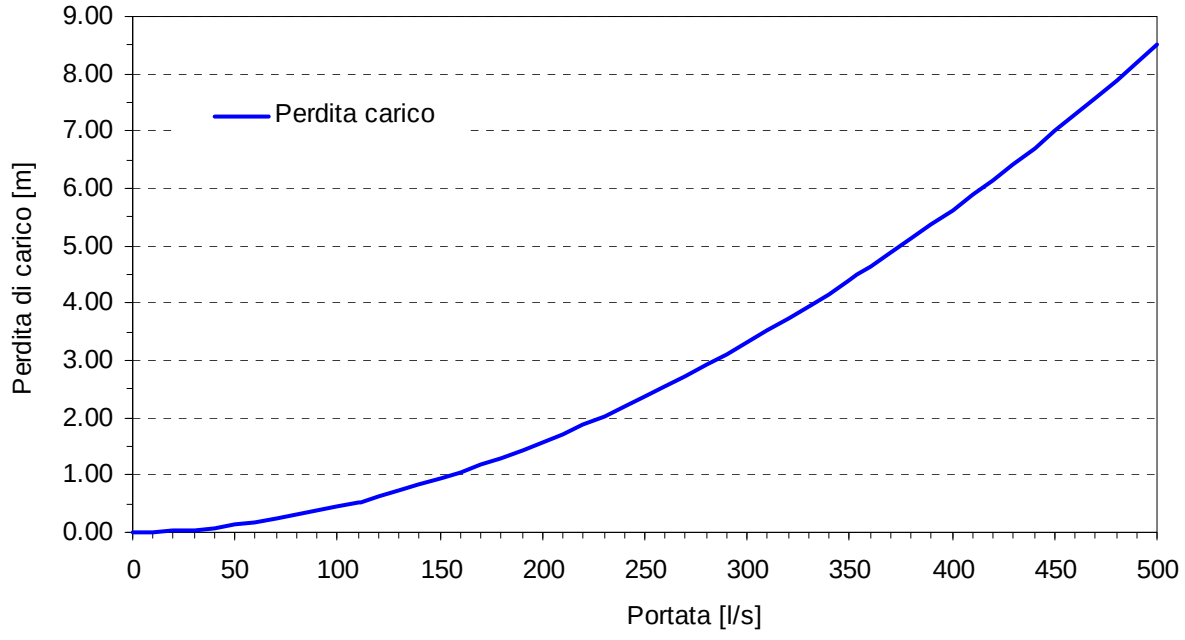


Fig. 4: *Curva caratteristica condotta (DN500 in PRFV. L=1020 m Salto lordo 115.94 m).*

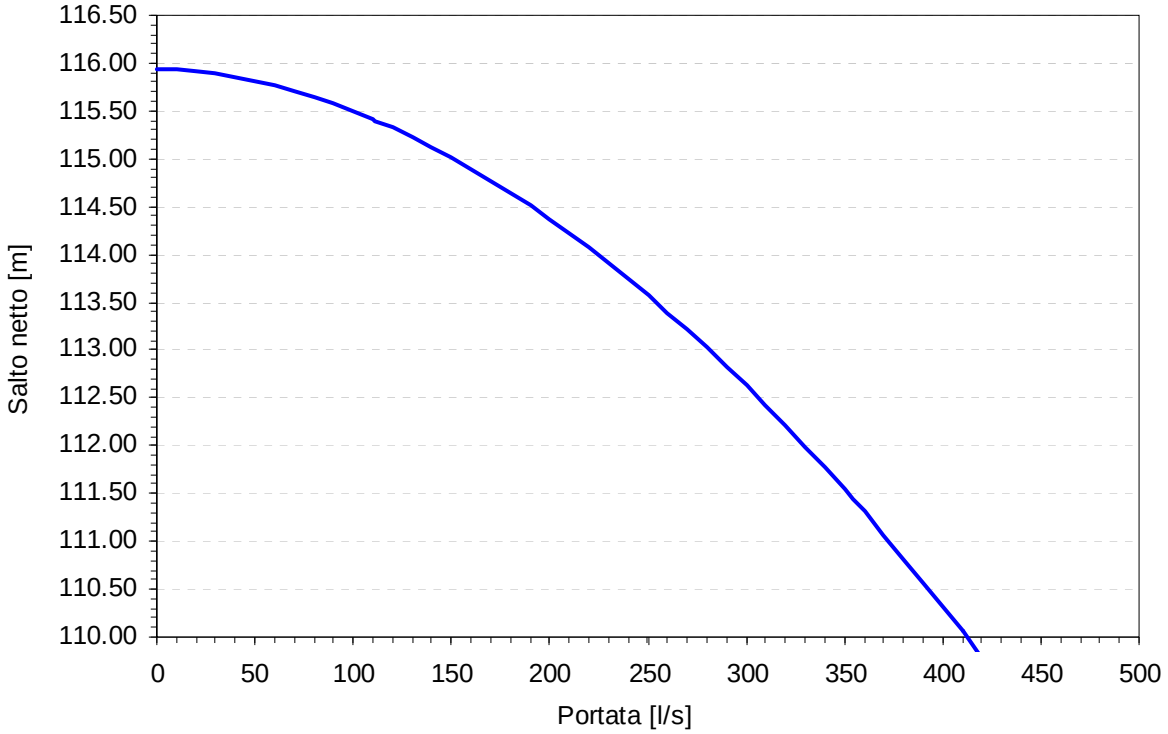


Fig. 5: *Perdite di carico (DN500 in PRFV L=1020 m Q=354 l/s).*

Considerando lo sviluppo totale della condotta pari a 1020 m, la perdita di carico complessiva, nel caso di funzionamento alla massima portata, risulta pari a circa 4.40 pari al 3.87 salto geodetico disponibile. Nel caso di funzionamento alla portata nominale di concessione la perdita di carico risulta pari a 0.53 m pari a circa 0.46% del salto geodetico disponibile.

7. Stima delle portate di piena del corso d'acqua

-Coefficiente di deflusso φ

La stima del coefficiente di deflusso costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; Di seguito si è riportata una tabella con i coefficienti di deflusso maggiormente utilizzati in idrologia:

Tipo di Superficie	φ
Superfici pavimentate	0.7-0.9
Strada in terra	0.4-0.6
Superficie erbose	0.1-0.7
Aree residenziali	0.3-0.7
Boschi	0.10-0.3
Terreni Coltivati	0.2-0.6

Tab. 12: *Coefficienti di deflusso maggiormente utilizzati.*

Poiché il bacino idrologico è molto ampio e quindi sono presenti diverse tipologie di uso del suolo si è pensato di calcolare, tramite la "Carta Uso del Suolo" disponibile sul sito della Regione Liguria, le aree corrispondenti per ciascuna categoria e calcolare un coefficiente di deflusso medio pesato.

TIPO DI SUOLO	Area [km^{2}]	Coefficiente φ
Tessuto Urbano	2.827	0.6
Superfici a copertura erbacea	9.040	0.3
Terreni Coltivati	0.467	0.4
Aree Boscate	48.671	0.2
Rocce Nude	2.582	0.9
Aree a vegetazione rada	0.782	0.6
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PESATO		**0.30**

Tab. 13: *Coefficienti di deflusso maggiormente utilizzati.*

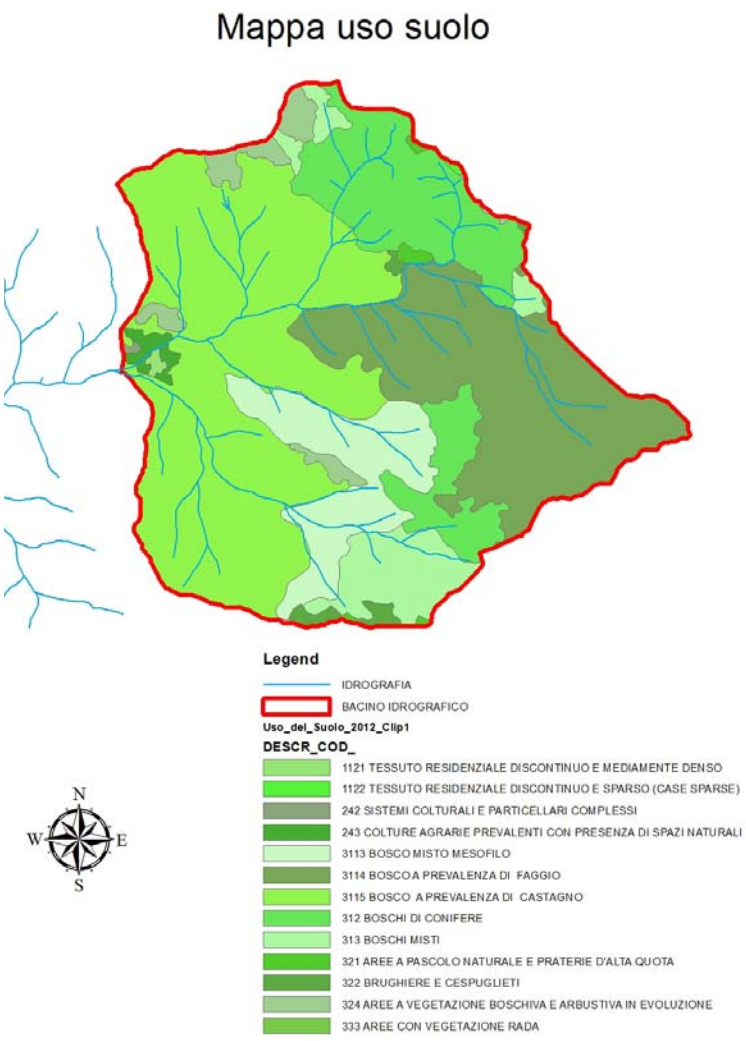


Fig. 6: *Elaborazione Carta della Copertura del Suolo.*

CATEGORIA USO SUOLO	Area [km^{2}]	ϕ	Areaxϕ		
312 BOSCHI DI CONIFERE	0.592547651	0.3	0.177764		
313 BOSCHI MISTI	0.051255411	0.3	0.015377		
3115 BOSCO A PREVALENZA DI CASTAGNO	2.029903439	0.3	0.608971		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.041151839	0.3	0.012346		
3114 BOSCO A PREVALENZA DI FAGGIO	1.223499402	0.3	0.36705		

321 AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.013089979	0.3	0.003927		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.007430436	0.3	0.002229		
313 BOSCHI MISTI	0.029077126	0.3	0.008723		
1122 TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO E SPARSO (CASE SPARSE)	0.00393655	0.4	0.001575		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.050368208	0.3	0.01511		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.003200431	0.3	0.00096		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.004142188	0.3	0.001243		
321 AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.006070882	0.3	0.001821		
3113 BOSCO MISTO MESOFILO	0.498636285	0.3	0.149591		
312 BOSCHI DI CONIFERE	0.228234752	0.3	0.06847		
312 BOSCHI DI CONIFERE	1.74425E-07	0.3	5.23E-08		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.022269557	0.3	0.006681		
242 SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.004137047	0.3	0.001241		
243 COLTURE AGRARIE PREVALENTI CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI	0.040044604	0.3	0.012013		
1121 TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO E MEDIAMENTE DENSO	0.008905169	0.6	0.005343		
321 AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.008161394	0.3	0.002448		
313 BOSCHI MISTI	0.260359305	0.3	0.078108		
333 AREE CON VEGETAZIONE RADA	0.000719184	0.3	0.000216		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.002075344	0.3	0.000623		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.026564059	0.3	0.007969		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.01940158	0.3	0.00582		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.01772021	0.3	0.005316		
TOTALI	**5.19**		**1.560936**		**Φ medio=0.300**

Tab. 14: *Coefficienti di deflusso areali secondo carta uso del suolo adottata..*

Il coefficiente di deflusso medio Φ del bacino è la media pesata dei coefficienti ϕ pesati rispetto alla superficie parziale. In sintesi

$$\Phi = \frac{\sum \phi_j \cdot S_j}{S} = 0.30 \qquad \text{Eq. 21}$$

-Metodo Cinematico

La formula del metodo Razionale per il calcolo della portata al colmo è la seguente:

$$Q_C = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{tc} \qquad \text{Eq. 22}$$

dove:

Qc = portata al colmo [m^3/s];

φ = coefficiente di deflusso [-];

j = intensità di pioggia[m/h]= h/tc, con tp = tc;

S = superficie del bacino [km^2].

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno Tr di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,
- l'intensità di pioggia ha una durata tp pari a quella del tempo di corrivazione tc.

Portata di Piena centenaria alla sezione di presa

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce ai deflusso nella sezione terminale.

Pertanto dai dati in nostro possesso si è determinata la portata al colmo:

Descrizione parametro	**Simbolo**	**Valore**	**Unità di misura**
Superficie	S	5.19	Km^2
Coefficiente deflusso medio bacino (da copertura suolo)	φ	0.30	-
Altezza di pioggia da dati stazione San Michele	h	77.25	mm
Altezza di pioggia da dati stazione Giacopiane	h	75.01	mm
Tempo di corrivazione	Tc	0.72	ore
Portata al colmo da dati San Michele	Qc1	46.49	m^3/s
Portata al colmo da dati Giacopiane	Qc2	45.15	m^3/s
Portata media centenaria di progetto	**Qc**	**45.82**	**m^3/s**

Tab. 15: *Tabella riassuntiva dei valori assunti per la stima della portata al colmo Tr=100 anni transitante sul Mogliana alla sezione di presa.*

Portata di Piena bi-centenaria alla sezione di presa

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce ai deflusso nella sezione terminale.

Pertanto dai dati in nostro possesso si è determinata la portata al colmo:

Descrizione parametro	**Simbolo**	**Valore**	**Unità di misura**
Superficie	S	5.19	Km^2
Coefficiente deflusso medio bacino (da copertura suolo)	φ	0.30	-
Altezza di pioggia da dati stazione San Michele	h	84.64	mm
Altezza di pioggia da dati stazione Giacopiane	h	81.81	mm
Tempo di corrivazione	Tc	0.72	ore
Portata al colmo da dati San Michele	Qc1	50.94	m^3/s
Portata al colmo da dati Giacopiane	Qc2	49.24	m^3/s
Portata media centenaria di progetto	**Qc**	**50.09**	**m^3/s**

Tab. 16: *Tabella riassuntiva dei valori assunti per la stima della portata al colmo Tr=200 anni transitante sul Mogliana alla sezione di presa.*

8. Verifica idraulica dell'opera di progetto con Tr 100 anni e Tr 200 anni opera di presa e restituzione

La stima del livello raggiunto alla sezione di presa, viene fatto considerando l'ipotesi di passaggio attraverso lo stato critico della corrente nel transito sulla traversa di presa.

$$\left.\frac{Q^2(y)}{g}\right|_{y=yc} = \left.\frac{\Omega^2(y)}{b(y)}\right|_{y=yc} \qquad \text{Eq. 23}$$

La relazione sopra riportata ha validità generale, considerando qualsiasi sezione. Nel caso in cui la sezione possa essere approssimata come rettangolare larga la relazione diventa esplicita ed il calcolo dell'altezza critica è possibile come segue:

$$y_c\big|_Q = \sqrt[3]{\frac{1}{g}\left(\frac{Q}{b}\right)^2} \qquad \text{Eq. 24}$$

Nel caso specifico è stato condotto il calcolo del livello critico alla portata assegnata, e pari al valore individuato come portata al colmo di piena, ricavata dall'analisi idrologica condotta, considerando la reale sezione trapezioidale della traversa di presa, quindi eseguendo il calcolo iterativo. Si riporta il valore ottenuto con l'indicazione del livello sulla traversa di presa.

Tr=100 anni - PRESA			
Descrizione parametro	**Simbolo**	**Valore**	**Unità di misura**
Portata centenaria di progetto	Qc	45.82	m^3/s
Larghezza gaveta (sponde 45°)	L	8.00	m
Tirante critico sopra traversa di presa	Yc	1.406	m
Livello idrico su sezione traversa di presa	Y_{100}	440.57	m s.l.m.
Franco su gaveta	fr	46	cm

Tab. 17: *Tabella riassuntiva dei valori per il calcolo del livello sulla traversa di presa alla portata centenaria di progetto.*

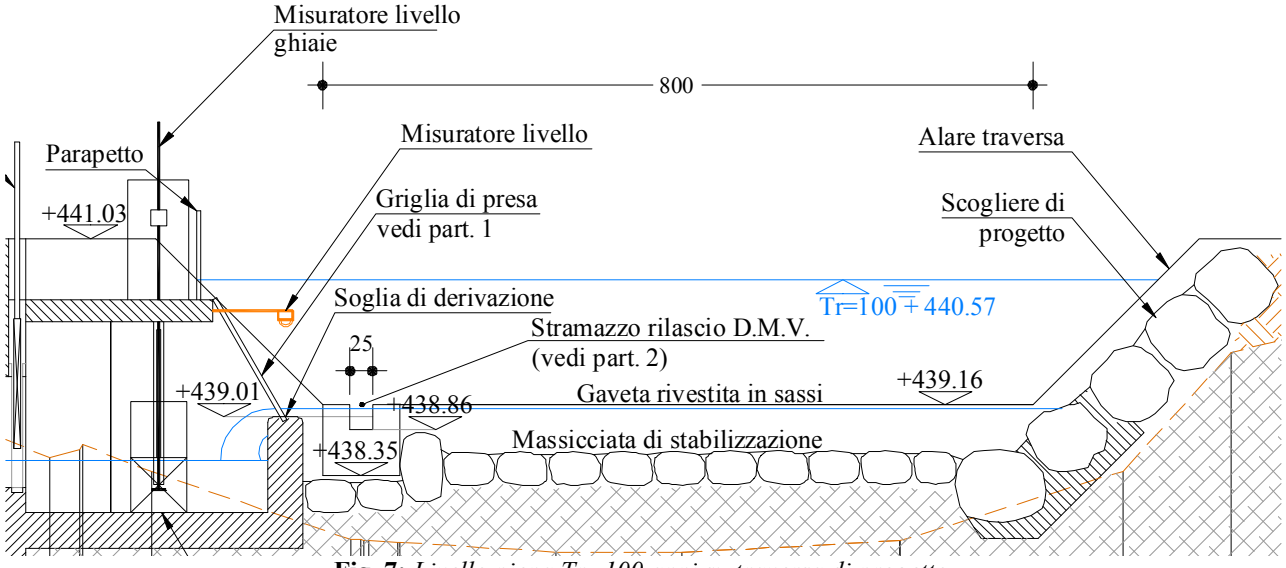


Fig. 7: *Livello piena Tr=100 anni su traversa di progetto.*

Tr=200 anni - PRESA			
Descrizione parametro	**Simbolo**	**Valore**	**Unità di misura**
Portata centenaria di progetto	Qc	50.09	m^3/s
Larghezza gaveta (sponde 45°)	L	8.00	m
Tirante critico sopra traversa di presa	Yc	1.487	m
Livello idrico su sezione traversa di presa	Y_{200}	440.65	m s.l.m.
Franco su gaveta	fr	38	cm

Tab. 18: *Tabella riassuntiva dei valori per il calcolo del livello sulla traversa di presa alla portata bi-centenaria di progetto.*

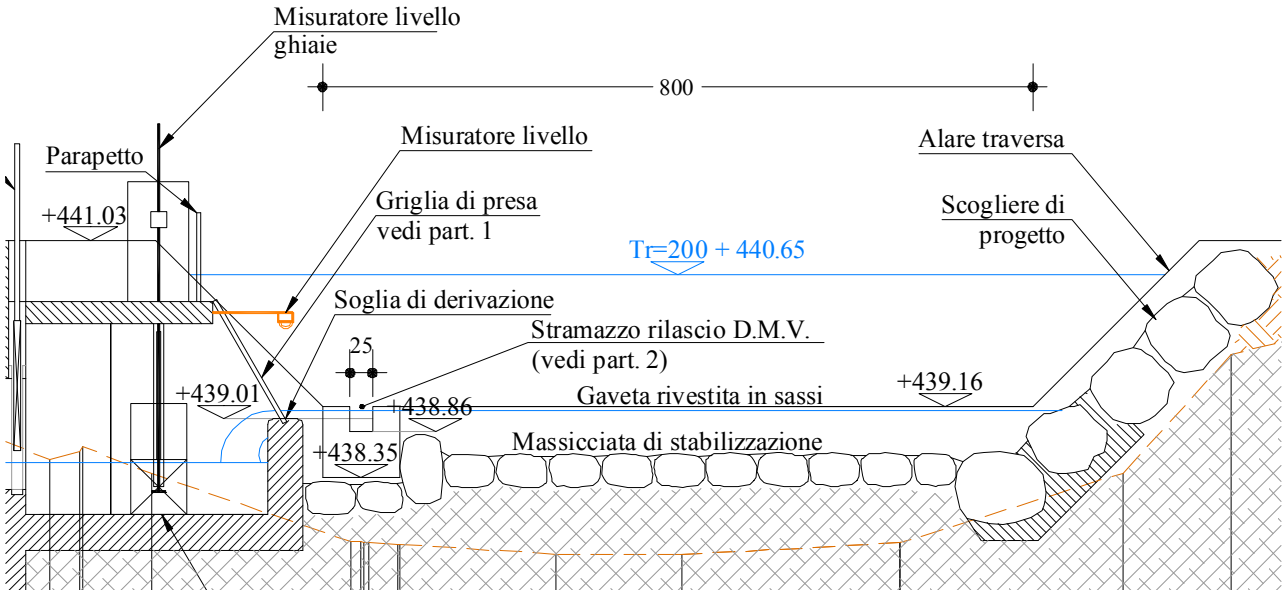


Fig. 8: *Livello piena Tr=200 anni su traversa di progetto.*

Per la stima del livello in corrispondenza della restituzione, non configurandosi condizione di transizione della corrente allo stato critico, non è possibile eseguire un calcolo del livello considerando la precedente metodologia. Si è eseguita pertanto un'analisi semplificata, andando a verificare quale fosse la scala di deflusso attesa su di una sezione rilevata e rappresentativa della situazione in corrispondenza della restituzione. L'analisi eseguita è un'analisi semplificata non tenendo in considerazione l'andamento del profilo di moto permanente e per tale motivo fornisce un'indicazione del possibile livello atteso per la piena. L'analisi è stata eseguita attraverso il metodo di *Engelund* che prevede le seguenti ipotesi di lavoro:

- Superficie libera orizzontale
- Turbolenza verticale circa uguale a quella lungo la normale
- Pendenza motrice uguale in ogni porzione e coincidente con la pendenza del fondo

Il calcolo è stato eseguito considerando un valore del coefficiente di scabrezza (Ks) tipico per alvei montani pari a 30 $m^{1/3}/s$. La scala di deflusso cosi ottenuta, di seguito riportata, evidenzia che la massima portata di

piena prevista, viene smaltita, nella sezione esaminata, senza straripamenti arginali e senza compromettere l'integrità dell'opera di restituzione. Di seguito è riportata la sezione considerata e il livelli di piena attesi per i tempi di ritorno calcolati. Si vuole sottolineare cha la pendenza dell'alveo del Mogliana in tale tratto è molto elevata e si attesta intorno al 14%, a dispetto però di una sezione molto incisa e ristretta.

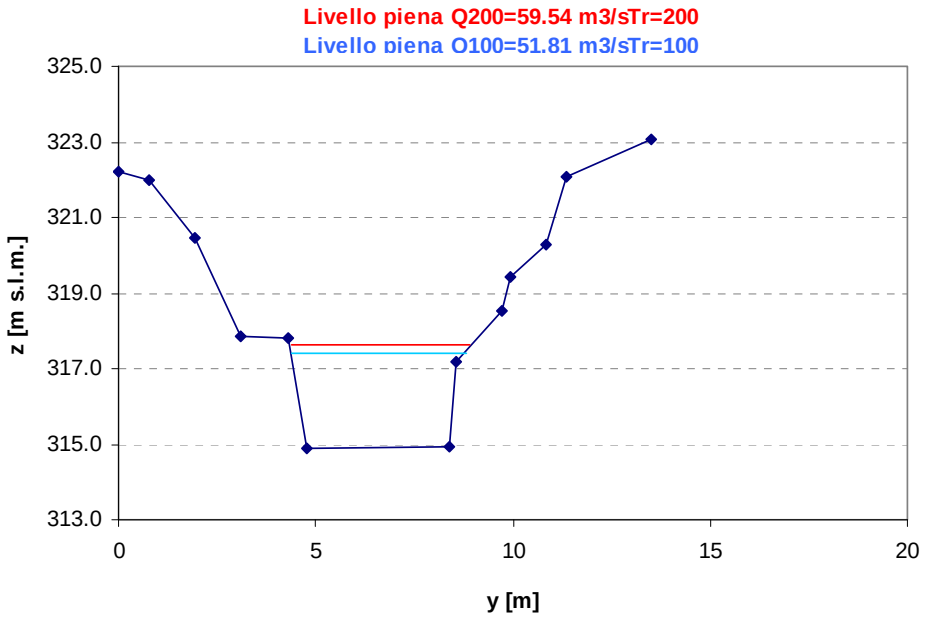


Fig. 9: *Sezione trasversale in corrispondenza restituzione.*

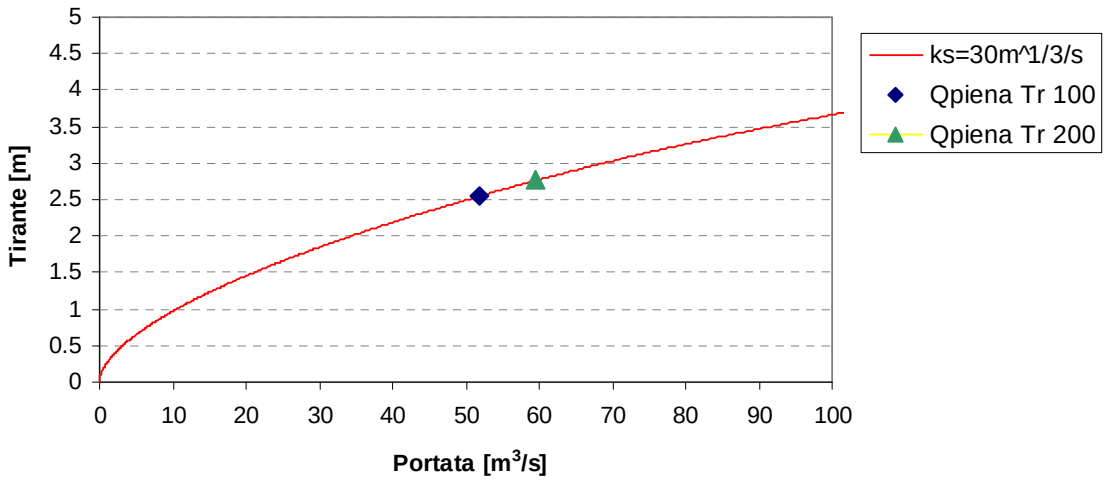


Fig. 10: *Scala di deflusso elaborata in corrispondenza sezione di restituzione.*

Di seguito si riporta l'output dell'elaborazione dove è riportata la scala di deflusso alla restituzione ottenuta.

Scala di deflusso sezione filein.txt

Tirante [m]	Portata [m^3/s]	Tirante critico [m]
0.050	0.036	0.040
0.099	0.151	0.084
0.149	0.342	0.124
0.198	0.593	0.167
0.248	0.899	0.211
0.298	1.253	0.257
0.347	1.655	0.304
0.397	2.100	0.351
0.446	2.586	0.399
0.496	3.113	0.448
0.546	3.679	0.498
0.595	4.283	0.549
0.645	4.923	0.600
0.694	5.598	0.651
0.744	6.308	0.703
0.794	7.053	0.755
0.843	7.830	0.808
0.893	8.640	0.861
0.942	9.482	0.915
0.992	10.355	0.969
1.041	11.260	1.023
1.091	12.195	1.077
1.141	13.160	1.132
1.190	14.154	1.187
1.240	15.179	1.243
1.289	16.231	1.299
1.339	17.313	1.355
1.389	18.423	1.411
1.438	19.561	1.468
1.488	20.726	1.525
1.537	21.919	1.582
1.587	23.139	1.639
1.637	24.386	1.697
1.686	25.660	1.754
1.736	26.960	1.813
1.785	28.286	1.871
1.835	29.638	1.929
1.885	31.016	1.988
1.934	32.420	2.047
1.984	33.849	2.106
2.033	35.304	2.165
2.083	36.783	2.225
2.133	38.287	2.285

Scala di deflusso sezione filein.txt

	Tirante [m]	Portata [m^3/s]	Tirante critico [m]
	2.182	39.817	2.349
	2.232	41.370	2.419
	2.281	42.948	2.490
	2.331	44.550	2.560
	2.381	46.174	2.630
	2.430	47.823	2.700
	2.480	49.499	2.769
	2.529	51.201	3.063
Q100	2.547	51.810	3.085
	2.579	52.931	3.126
	2.629	54.688	3.188
	2.678	56.474	3.249
	2.728	58.288	3.310
Q200	2.767	59.540	3.357
	2.777	60.131	3.369
	2.827	62.004	3.429
	2.876	63.906	3.487
	2.926	65.837	3.546
	2.976	67.795	3.603
	3.025	69.795	3.661
	3.075	71.855	3.716
	3.124	73.967	3.772
	3.174	76.130	3.828
	3.224	78.343	3.884
	3.273	80.605	3.941
	3.323	82.914	3.998
	3.372	85.272	4.055
	3.422	87.678	4.112
	3.472	90.131	4.170
	3.521	92.632	4.228
	3.571	95.180	4.286
	3.620	97.776	4.344
	3.670	100.389	4.402
	3.720	103.007	4.460
	3.769	105.672	4.517
	3.819	108.382	4.576
	3.868	111.137	4.643
	3.918	113.934	4.710
	3.968	116.775	4.777
	4.017	119.659	4.843
	4.067	122.584	4.910
	4.116	125.552	4.977
	4.166	128.562	5.043

Scala di deflusso sezione filein.txt

Tirante [m]	Portata [m^3/s]	Tirante critico [m]
4.216	131.613	5.109
4.265	134.706	5.175
4.315	137.840	5.240
4.364	141.015	5.306
4.414	144.231	5.371
4.464	147.488	5.432
4.513	150.786	5.491
4.563	154.125	5.549
4.612	157.500	5.607
4.662	160.916	5.670
4.711	164.375	5.732
4.761	167.878	5.795
4.811	171.426	5.858
4.860	175.019	5.921
4.910	178.657	5.984
4.959	182.342	6.046
5.009	186.074	6.109
5.059	189.853	6.172
5.108	193.681	6.235
5.158	197.556	6.298
5.207	201.481	6.361
5.257	205.456	6.424
5.307	209.480	6.487
5.356	213.555	6.550
5.406	217.675	6.613
5.455	221.807	6.676
5.505	225.988	6.739
5.555	230.219	6.801
5.604	234.496	6.864
5.654	238.742	6.925
5.703	243.027	6.987
5.753	247.361	7.048
5.803	251.742	7.110
5.852	256.171	7.233
5.902	260.647	7.376
5.951	265.171	7.448
6.001	269.742	7.519
6.051	274.361	7.590
6.100	279.028	7.660
6.150	283.742	7.729
6.199	288.505	7.798
6.249	293.315	7.866
6.299	298.173	7.933

Scala di deflusso sezione filein.txt

Tirante [m]	Portata [m^3/s]	Tirante critico [m]
6.348	303.080	8.000
6.398	308.036	8.066
6.447	313.039	8.131
6.497	318.092	8.195
6.546	323.193	8.245
6.596	328.344	8.295
6.646	333.543	8.344
6.695	338.792	8.394
6.745	344.091	8.444
6.794	349.439	8.493
6.844	354.837	8.543
6.894	360.285	8.593
6.943	365.783	8.642
6.993	371.331	8.692
7.042	376.930	8.742
7.092	382.579	8.791
7.142	388.245	8.841
7.191	393.924	8.890
7.241	399.643	8.939
7.290	405.424	8.988
7.340	411.275	9.038

Tab. 19: *Scala di deflusso elaborata in corrispondenza sezione di restituzione.*

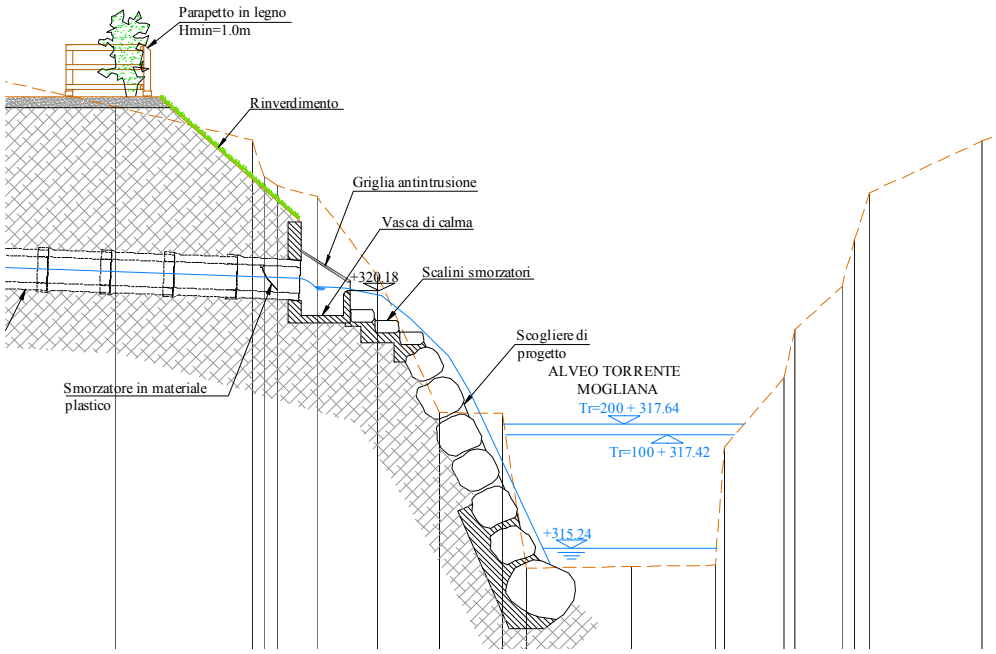


Fig. 11: *Livelli piena Tr100 e Tr200 in corrispondenza sezione di restituzione.*

9. Effetti di rigurgito e del trasporto solido

Relativamente agli effetti di rigurgito dovuti dalla presenza della nuova traversa di sbarramento si precisa che saranno, vista la limitata altezza delle nuove opere, assolutamente trascurabili, anche perché immediatamente a monte della sezione di sbarramento dell'alveo la pendenza del alveo cresce notevolmente con numerosi salti rocciosi, rendendo di fatto del tutto marginale l'interferenza della traversa con le portate di piena previste.

Indicazioni qualitative relativamente alla modifiche longitudinali dell'alveo.

Per la valutazione della nuova pendenza di progetto del fondo esistono due criteri: quello della pendenza di compensazione e quello della pendenza di equilibrio.
La pendenza di compensazione è calcolata ipotizzando che essa sia tale da impedire il trasporto solido. Viene così imposta la condizione di incipiente movimento per il materiale d'alveo.

In base al criterio di Shields: $\theta = \theta_{cr}$

dove:

$$\theta = \frac{u_*^2}{g\Delta D} = \frac{gR_h i_c}{g\Delta D} = \frac{R_h i_c}{\Delta D}$$

Si ottiene quindi:

$$i_c = \theta_{cr} \Delta \frac{D}{R_h}$$

Se il numero di Reynolds di grano risulta essere pari o maggiore di 200, ipotesi che si rivela esser quasi sempre verificata, si assume θcr costante e pari a 0.06.
Facendo inoltre l'ipotesi di alveo largo (Rh=h) si ottiene:

$$i_{cr} = 0.06\Delta \frac{D}{h}$$ Pendenza di compensazione

La pendenza di equilibrio è calcolata invece ammettendo il trasporto solido, per cui la nuova pendenza dell'alveo sarà quella in equilibrio con la portata solida, che deve essere assegnata a priori.
Assegnata qs (portata solida per unità di larghezza) si ricava la pendenza di equilibrio utilizzando una formula di trasporto solido, quale ad esempio quella di Meyer-Peter Mueller.
Si ottiene allora:

$$\frac{q_s}{D\sqrt{g\Delta D}} = 8(\theta - \theta_{cr})^{1.5}$$

dove:

$$\theta = \frac{u_*^2}{g\Delta D} = \frac{gR_h i_{eq}}{g\Delta D} = \frac{R_h i_{eq}}{\Delta D}$$

Ponendo $\theta_{cr} =$ costante $\cong 0.06$

si ottiene:

$$i_{eq} = \left(\frac{\Delta}{R_h}\right)\left[0.06D + 0.25\left(\frac{q_s}{\sqrt{g\Delta}}\right)^{2/3}\right] = i_c + 0.25\left(\frac{\Delta}{R_h}\right)\left(\frac{q_s}{\sqrt{g\Delta}}\right)^{2/3}$$

Si noti come la pendenza di equilibrio coincida con la pendenza di compensazione nel caso la portata solida q_s si annulli.

A causa della presenza della traversa di progetto, l'alveo tenderebbe ad assumere un assetto di equilibrio con una pendenza in linea di massima pari a quella di compensazione o quella di equilibrio.

Naturalmente la pendenza di compensazione o di equilibrio sono minori della pendenza iniziale, il che significa ho minori velocità di deflusso e quindi minori fenomeni di erosione (i quali tendono ad essere localizzati alla base delle nuova traversa, la quale sarà come da progetto opportunamente protetta al piede).

La differenza sostanziale tra le due pendenze calcolate è che la pendenza di equilibrio, una volta fissata la portata di progetto, permette al corso d'acqua il deflusso di una certa portata solida.

Entrando specificamente sulla nuova traversa di sbarramento prevista data la modestissima entità del sovralzo di fondo generato dalle nuove opere, si ritiene che le modifiche del trasporto solido siano del tutto trascurabili, in quanto la portata solida in arrivo da monte durante gli eventi di piena, una volta che l'alveo avrà raggiunto la pendenza di equilibrio, consentirà in passaggio dei sedimenti sostanzialmente in maniera analoga allo stato attuale dei luoghi.