



AMB

Aziende Municipalizzate
Città di Bellinzona

Rinnovo di concessione Impianto idroelettrico Morobbia



Risanamento deflussi discontinui Studio delle varianti e proposta di risanamento

Rapporto – Allegato 8

 **EcoControl**^{SA}

Consulenze ambientali e naturalistiche
Ingegneria forestale
Fisica ed energetica della costruzione

www.ecocontrol.ch

CH - 6604 Locarno
Via Rovedo 16 - CP 464
+41 (0)91 290 12 00
info@ecocontrol.ch

CH - 6900 Lugano
Via Cortivallo 3
+41 (0)91 922 08 25
lugano@ecocontrol.ch

BLU PROGETTI SA
VIA BOSCHINA, 21
6963 PREGASSONA - LUGANO

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	3
2.1	SITUAZIONE ATTUALE	3
2.2	VARIANTE BACINO DI DEMODULAZIONE.....	3
2.3	VARIANTE TUBAZIONE	5
3	APPLICAZIONE PROTOCOLLO VALUTAZIONE PREGIUDIZI DEFLUSSI DISCONTINUI	6
3.1	MODULO CML «PESCI» – INDICATORE P1	8
3.2	ARENAMENTO DI PESCI – INDICATORE P2.....	9
3.3	LUOGHI DI FREGOLA – INDICATORE P3.....	12
3.4	RIPRODUZIONE DELLA FAUNA ITTICA – INDICATORE P4	14
3.5	PRODUTTIVITÀ ITTICA – INDICATORE P5.....	15
3.6	BIOMASSA DEL MACROZOOBENTHOS – INDICATORE B1.....	19
3.7	ZONAZIONE LONGITUDINALE DEL MACROZOOBENTHOS – INDICATORE B3.....	21
3.8	MODULO CML «MACROZOOBENTHOS» – INDICATORE B2	22
3.9	FAMIGLIE EPT – INDICATORE B4.....	23
3.10	COLMATAZIONE INTERNA – INDICATORE H1.....	24
3.11	DEFLUSSO MINIMO – INDICATORE D1.....	25
3.12	TEMPERATURA DELL'ACQUA – INDICATORE Q1.....	26
3.13	INDICATORI PREVISTI DAL PROTOCOLLO 2017	28
3.13.1	<i>P3 -> Luoghi di fregola</i>	<i>28</i>
3.13.2	<i>P6 -> Habitat per i diversi stadi vitali della trota fario</i>	<i>30</i>
3.14	RIEPILOGO	32
4	CONCLUSIONI	34

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto di risanamento dei deflussi discontinui risulta da un iter procedurale relativo al rinnovo della concessione dell'impianto idroelettrico della Morobbia. In questo senso il rinnovo di concessione è stato coordinato con la necessaria variante di piano regolatore (PR). Gli studi idrologici sono iniziati nel 2011 con l'elaborazione dell'indagine preliminare (nell'ambito del RIA) ai quali si sono susseguite diverse richieste di approfondimento da parte degli Uffici cantonali e federali competenti (nell'ambito del rinnovo della concessione e della variante di PR).

Si segnala inoltre che le metodiche di valutazione degli impatti dovuti ai deflussi discontinui sono state affinate e quindi modificate nel corso della procedura. Inoltre anche i dati idrologici utilizzati per i primi studi del 2011, sono poi stati successivamente aggiornati fino al 2019.

Questo rapporto di risanamento è stato quindi elaborato cercando di rendere confrontabili e comparabili le differenti indagini effettuate tenendo conto di basi idrologiche leggermente diverse e di metodiche che si sono modificate in corso d'opera. Nell'applicazione del protocollo di valutazione dei vari indicatori risultano quindi sempre indicati i riferimenti presi per le valutazioni dei vari parametri.

2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

2.1 SITUAZIONE ATTUALE

La centrale idroelettrica delle Morobbia scarica le acque turbinata nel fiume Morobbia (vedi cerchio rosso nella figura seguente) a ca 2'200 m monte della foce nel fiume Ticino. Questo provoca un impatto nel fiume Morobbia dovuto ai deflussi discontinui che deve essere risanato nell'ambito del rinnovo di concessione. Il presente rapporto è inteso allo studio di varianti per definire la migliore proposta di risanamento.

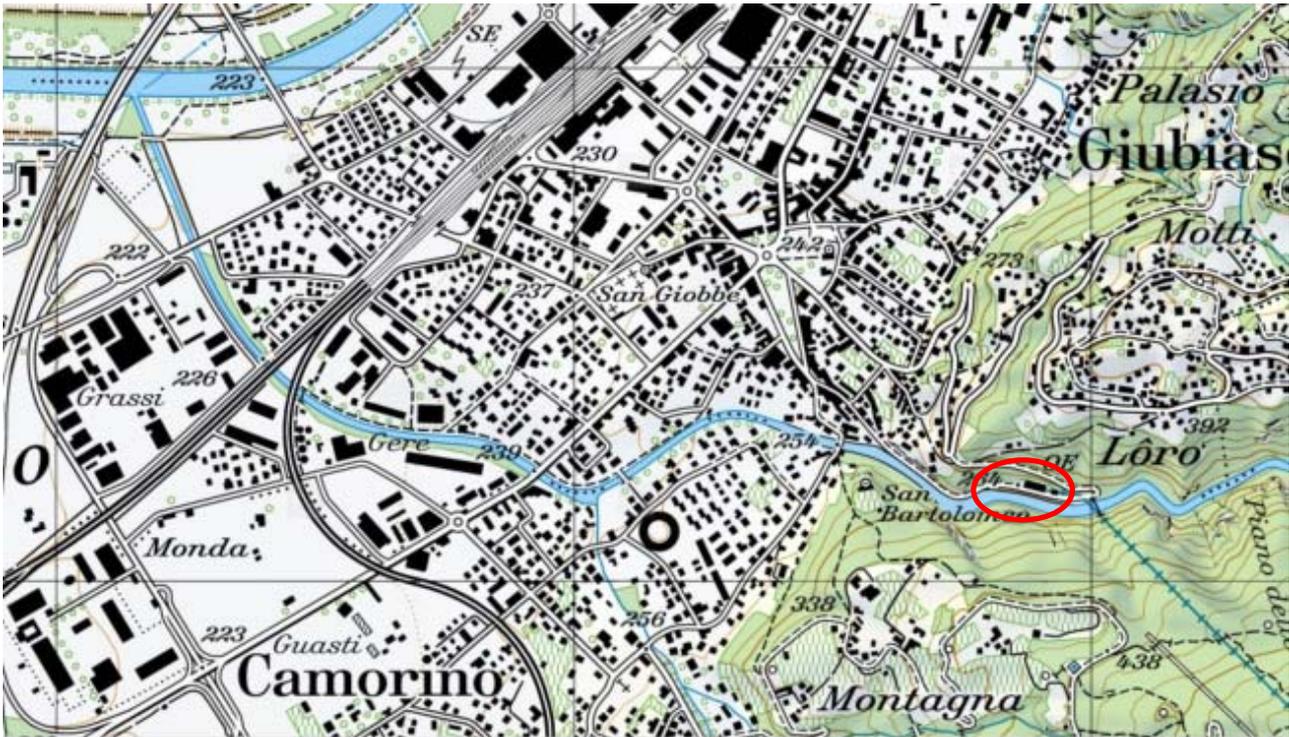


Figura 2-1: In rosso è evidenziata la zona della centrale AMB esistente.

Le varianti proposte prevedono la realizzazione di un bacino di demodulazione oppure la posa di una tubazione fino al fiume Ticino nella quale convogliare l'acqua turbinata.

2.2 VARIANTE BACINO DI DEMODULAZIONE

La morfologia della tratta di fiume limita le dimensioni del bacino di demodulazione in quanto il fiume scorre in una valle molto stretta e soggetta a franamenti. Le varianti per la realizzazione di un bacino di demodulazioni possono essere unicamente 2: la prima è di sfruttare tutto lo spazio disponibile a lato del fiume ottenendo quindi un bacino di ca. 10'000 m³ di capacità; la seconda è di realizzare un bacino all'interno dell'alveo così da raggiungere un volume utile di ca. 30'000 m³.

Con la **Variante 1** (vedi Figura 2-2), il volume utile massimo raggiungibile equivale a ca. 10'000 m³. Questo volume permetterebbe di garantire un rapporto $Q_{max} : Q_{min}$ compreso tra ca. 8:1 e ca. 11:1. Questa variante ha il vantaggio che il bacino non genera alcun impatto a livello paesaggistico in quanto completamente interrato sotto la strada esistente. Inoltre non è previsto alcun intervento all'interno dell'alveo. Lo svantaggio di un bacino fuori alveo sono i costi elevati e la difficoltà nel raggiungere un volume utile tale da garantire un rapporto $Q_{max} : Q_{min}$ minore a quello indicato.

Con la **Variante 2** si potrebbe creare un bacino di demodulazione nell'alveo del riale Morobbia con un volume di ca. 30'000 m³. Nella Figura 2-3 è riportata l'opzione di un bacino di volume 30'000 m³, che permetterebbe di assicurare un rapporto $Q_{max} : Q_{min}$ di ca. 5:1 nel tratto a valle. La variante di un bacino nell'alveo della Morobbia ha il vantaggio di poter garantire una migliore demodulazione dei deflussi grazie al maggiore volume utile raggiungibile. Questa opzione implica tuttavia un'importante intervento ingegneristico all'interno dell'alveo di un corso d'acqua naturale, con impatti importanti sulle componenti paesaggistiche e naturali del tratto interessato.

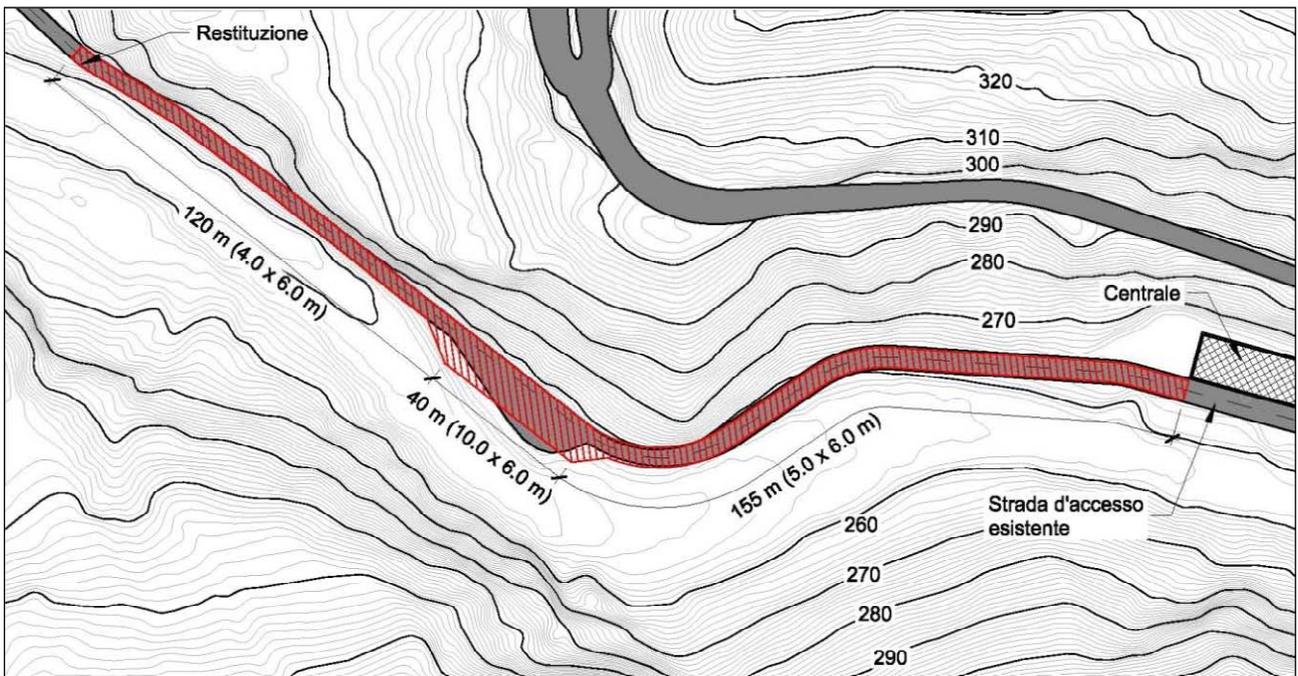


Figura 2-2: Progetto di bacino di demodulazione fuori alveo (Variante 1).

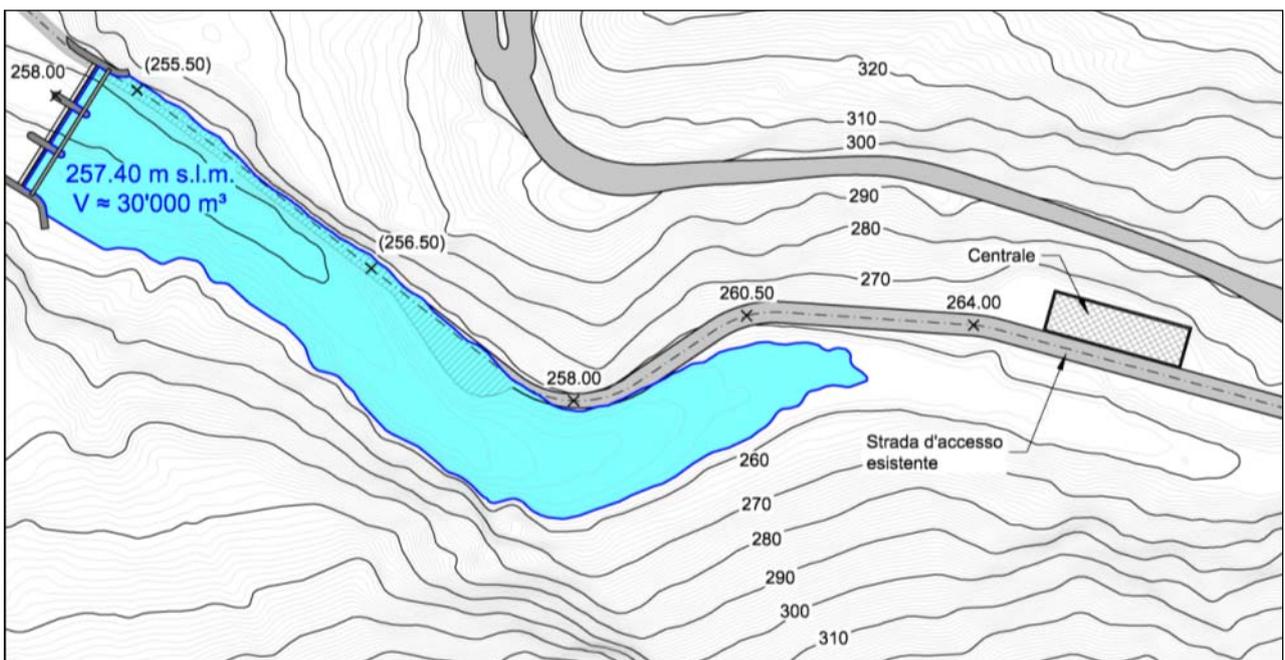


Figura 2-3: Progetto di bacino di demodulazione in alveo (Variante 2).

A seguito di una prima verifica con la Autorità competenti si è deciso di abbandonare la variante in alveo in quanto troppo impattante: **quindi nelle valutazioni dei paragrafi successivi sarà inserita la variante con bacino di demodulazione di 10'000 m³.**

2.3 VARIANTE TUBAZIONE

Per risolvere completamente la problematica legata ai deflussi discontinui si propone di posare una tubazione fino al fiume Ticino (vedi Figura 2-4).

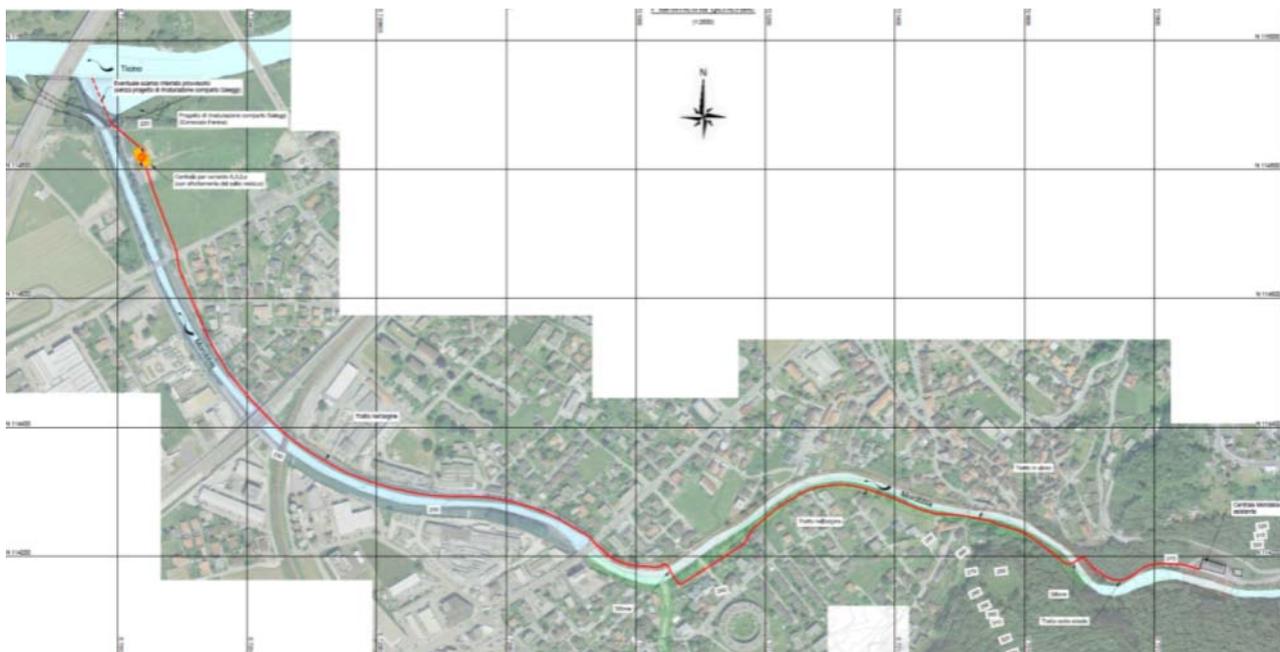


Figura 2-4: tubazione (in rosso) dalla centrale Morobbia fino al fiume Ticino.

Per questa variante saranno valutati 2 scenari possibili:

- Derivazione completa di tutta la portata turbinata nella nuova condotta e rilascio nel fiume Ticino. Per questa variante risulta vantaggioso realizzare un'ulteriore centrale idroelettrica per turbinare le acque subito prima del rilascio nel fiume Ticino.
- Derivazione parziale (solo il 50%) di tutta la portata turbinata nella nuova condotta e rilascio nel fiume Ticino. Per questa variante non è previsto il turbinaggio delle portate rilasciate.

Questi 2 scenari saranno quindi ripresi nelle valutazioni dei paragrafi successivi.

3 APPLICAZIONE PROTOCOLLO VALUTAZIONE PREGIUDIZI DEFLUSSI DISCONTINUI

Sulla base della presa di posizione SPAAS del 6 settembre 2018 (in sede di esame preliminare della variante di PR) e della riunione di coordinamento con gli uffici Cantionali del 2 maggio 2019 i risultati dell'applicazione del "Protocollo valutazione dei pregiudizi determinati dai deflussi discontinui (UFAM, 2013) sono riportati in un apposito incarto. I diversi indicatori sono stati calcolati sulla base dei dati acquisiti per la definizione dello stato di fatto dell'ecosistema fluviale del torrente Morobbia e delle prove sperimentali relative alla modellazione idraulico – ecologica e alla misura del "drift" descritti nel capitolo 5.6: Acque superficiali ed ecosistemi acquatici del RIA.

Come indicato nell'introduzione tutte le valutazioni sono state eseguite utilizzando i dati e i protocolli a disposizione del 2013. Sono poi stati aggiunti ulteriori indicatori risultanti dalle metodiche UFAM pubblicate nel 2017.

Si rammenta che, le portate di riferimento per i deflussi discontinui a valle della centrale AMB, sulla base delle elaborazioni dei dati SUPSI per l'anno 2012-14 con passo temporale 10 minuti, sono risultate le seguenti:

- **Q_{max}** (80° percentile) = 5,05 m³/s
- **Q_{min}** (20° percentile) = 0,15 m³/s
- **Rapporto Q_{max}/Q_{min}** = 34

Occorre sottolineare che le nuove elaborazioni dei dati idrologici, aggiornate fino al 2019, hanno riscontrato valori di portata di magra ed un DM per la Morobbia superiori a quelle del periodo impiegato per gli scenari dei deflussi discontinui, di seguito dettagliate. Non si è ritenuto necessario rielaborare i dati di analisi degli scenari per i deflussi discontinui, in quanto i risultati con i vecchi dati idrologici sono più cautelativi per l'ecosistema fluviale, dal momento che fanno riferimento ad una condizione peggiore (rapporti Q_{MAX}/Q_{min} più alti).

In particolare il DM che sarà rilasciato dalla diga di Carmena preso in considerazione per la valutazione dei pregiudizi da deflussi discontinui è pari a 0,27 m³/s, al quale andrà ad aggiungersi un rilascio di 0,03 m³/s dalla presa della Valmaggina. Con le nuove elaborazioni il DM dalla diga di Carmena è stato rivisto e alzato a 0,30 m³/s.

I diversi scenari considerati sulla base delle possibili varianti progettuali:

- Situazione allo stato attuale.
- Scenario con potenziamento della centrale, adeguamento del DM e nessun intervento di risanamento dei deflussi discontinui.
- Scenario con potenziamento della centrale, adeguamento del DM e intervento di risanamento dei deflussi discontinui tramite bacino di demodulazione.
- Scenario con potenziamento della centrale, adeguamento del DM e intervento di risanamento dei deflussi discontinui tramite tubazione che scarica direttamente nel F. Ticino.
 - Variante con l'intera portata turbinata deviata nella tubazione.
 - Variante con metà dell'acqua turbinata deviata nella tubazione.

Per l'applicazione del protocollo di valutazione era stata considerata (negli studi del RIA del 2017) la tratta più rappresentativa del corso d'acqua toccato dai deflussi discontinui. Si trattava della tratta terminale (canalizzata) che, insieme ad un tratto intermedio anch'esso non-naturale, rappresenta l'82 % (tratta composta dal segmento TR6 e TR7) dell'intera asta toccata dal fenomeno dei deflussi discontinui. Successivamente negli approfondimenti richiesti dagli Uffici cantonali, è stata aggiunta anche una tratta naturale del fiume (che rappresenta ca. il 18 % dell'asta toccata) ubicata subito a valle della centrale idroelettrica e indagata nel 2019. Per poter comparare quindi le due tratte sono quindi stati applicati i dati idrologici dello studio del 2017 anche alla nuova tratta indagata nel 2019.

Le figure seguenti riportano l'ubicazione delle due tratte indagate per la verifica degli impatti dei deflussi discontinui.

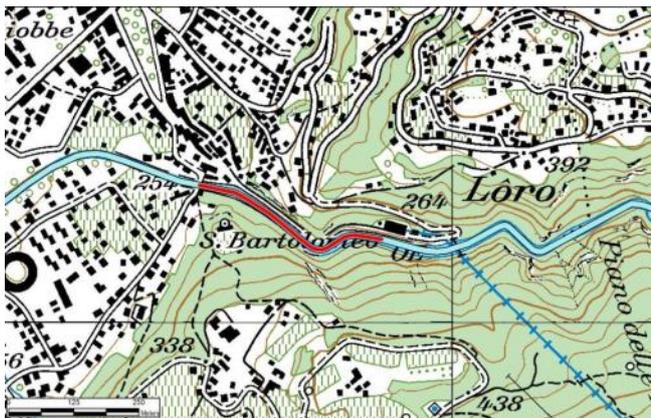


Figura 3-1: tratta TR5 - naturale.



Figura 3-2: tratta TR7 – canalizzata.

3.1 MODULO CML «PESCI» – INDICATORE P1

L'indicatore P1, modulo CML (Concetto basato su moduli e livelli) «Pesci», corrisponde al metodo di valutazione di Schager e Peter (2004) e comprende varie caratteristiche relative all'ecologia dei pesci, come la gamma e la diversità di specie, la riproduzione naturale, la struttura del popolamento della specie ittica principale o anomalie e deformazioni dei pesci.

Questo indicatore, per lo stato attuale, riprende integralmente il giudizio espresso dal Modulo CML «Pesci» sulla base dei risultati dei censimenti ittici. Nel tratto naturale a valle della centrale è presente solo la trota fario, con una popolazione mediamente abbondante e destrutturata per l'assenza di giovani dell'anno. Nel tratto canalizzato è presente una popolazione di scazzone in condizioni ottimali di abbondanza e struttura, accompagnata da trota fario con densità modesta e priva di giovani dell'anno. Grazie alla migliore diversità ittica il tratto canalizzato raggiunge una condizione migliore, arrivando ad un giudizio "buono", mentre il tratto naturale si colloca in uno stato "mediocre".

Tabella 1: applicazione del Modulo CML "pesci" al torrente Morobbia tra la centrale AMB e la foce

Tratto		naturale	canalizzato
Parametro 1	Composizione della comunità ittica	1	0
	Specie dominante		
Parametro 2	Struttura di popolazione della trota fario	4	2
	Struttura di popolazione altre specie indicatrici		
Parametro 3	Densità di popolazione della trota fario	2	2
	Densità di popolazione altre specie indicatrici		
Parametro 4	Deformità e anomalie	0	0
Punteggio totale		7	4
Classe di qualità		3	2
Giudizio		mediocre	buono

Nel caso in questione, i principali fattori limitanti individuati per la fauna ittica sono:

- Presenza di deflussi discontinui con variazioni repentine di portata ampie e ripetute nell'arco della giornata.
- Portate minime più basse rispetto ai deflussi previsti dalla LPAC.
- Ridotta disponibilità di aree di frega per la trota fario, in particolare per la modesta disponibilità di zone ghiaiose.

Per tutti i nuovi scenari si può ipotizzare cautelativamente che tale valutazione sia come minimo mantenuta; anche nella situazione peggiore, in assenza di interventi di mitigazione dei deflussi discontinui, l'adozione del DM consentirebbe comunque un miglioramento dell'habitat acquatico rispetto alla condizione esistente ora; la rimozione completa dei deflussi discontinui potrebbe ragionevolmente permettere il raggiungimento dello stato "buono" anche nel tratto naturale in particolare per l'eliminazione dei picchi di portata.

Tabella 2: applicazione Indicatore P1 basato sul "modulo cml «pesci»" ai diversi scenari di progetto

SCENARIO	Tratto naturale	Tratto canalizzato
stato attuale	mediocre	buono
progetto senza interventi	mediocre	buono
bacino di demodulazione	mediocre	buono
Tubo: derivazione completa	buono	buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	mediocre	buono

3.2 ARENAMENTO DI PESCI – INDICATORE P2

L'indicatore P2 (arenamento di pesci) analizza principalmente, mediante calcoli idraulici, con che velocità quali superfici sono prosciugate e quale rischio di essere arenati corrono i pesci durante il calo dell'ondata di piena artificiale. Questi calcoli sono completati e confermati mediante rilevazioni sul terreno, con cui sono documentati anche particolari accumuli di organismi invertebrati arenati.

L'indicatore si basa su 3 diversi criteri rispetto a quello che si osserva nella discesa dalla Qmax alla Qmin, come di seguito descritto.

Tabella 3: criteri di valutazione dell'indicatore P2 "Arenamento di pesci"

Criterio	Intervallo	Valutazione
Percentuale di superficie asciugata	<10%	molto buono
	10-30%	buono
	>30%	mediocre-cattivo
Velocità di riduzione della portata (tasso di riduzione del tirante idrico)	<0,3	molto buono
	0,3-0,5	buono
	>0,5	mediocre-cattivo
Numero di pesci arenati in 100 m di fiume	0	molto buono
	1-5	buono
	>5	mediocre-cattivo

La valutazione complessiva si basa sul presupposto che se 2 criteri su 3 ricadono nella classe peggiore, l'intero indicatore sarà nella classe peggiore.

Nel tratto di Morobbia naturale a valle della centrale AMB allo stato attuale il deflusso di magra riempie il 48% della sezione trasversale bagnata con il deflusso massimo, attestandosi in uno stato "mediocre-cattivo"; mentre la porzione trasversale di alveo che alla Qmax ha profondità inferiore ai 20 cm, alla quale gli organismi sono più vulnerabili alle asciutte in fase di discesa della portata, è bassa, pari a circa il 20%. Nello scenario futuro, nonostante l'adozione del DM, il sub-indice relativo alla percentuale di superficie asciugata migliora ad un giudizio "molto buono" nel caso di tubo con derivazione completa e "buono" nel caso di tubo con derivazione parziale e di bacino di demodulazione, restando "mediocre-cattivo" in assenza di interventi.

Nel tratto di Morobbia canalizzato a valle della centrale AMB la morfologia dell'alveo, con sezione trasversale di forma rettangolare uniforme, condiziona sensibilmente la risposta di questo indicatore. Allo stato attuale il deflusso di magra riempie il 76,4% della sezione trasversale bagnata con il deflusso massimo, raggiungendo uno stato "buono"; mentre la porzione trasversale di alveo che alla Qmax ha profondità inferiore ai 20 cm, alla quale gli organismi sono più vulnerabili alle asciutte in fase di discesa della portata, è molto bassa, pari a circa il 7%. Nello scenario futuro peggiore, grazie all'adozione del DM, il sub-indice relativo alla percentuale di superficie asciugata migliora, passando al 17% e rimanendo pertanto con un giudizio "buono" anche senza interventi.

Per quanto riguarda il parametro "velocità di riduzione della portata", ribadito che il problema riguarda una porzione di alveo inferiore al 7% nel tratto canalizzato e al 20% in quello naturale, è stato possibile fare delle valutazioni basate sull'osservazione dell'andamento del livello misurato dall'idrometro SUPSI durante le prove di dotazione per la misura del "drift"; da esse si è verificato che la velocità di decremento del livello dell'acqua nel passaggio da Qmax a Qmin è pari a circa 0,6 cm/min; questo valore colloca il giudizio in uno stato "mediocre-cattivo", essendo poco superiore al limite di 0,5 cm/min. Si può ritenere che le soluzioni con il bacino di demodulazione e il tubo con

derivazione parziale permettano di arrivare almeno al giudizio “buono”, riducendo la velocità di variazione del tirante.

Rispetto allo spiaggiamento dei pesci misurato su 100 m, dalle osservazioni sperimentali durante le prove di drift durante la discesa da Qmax a Qmin non è mai stato osservato alcun pesce in secca; nello stato attuale pertanto questo criterio è valutato “molto buono”.

Nel complesso l'Indicatore P2 “Arenamento di pesci” è attualmente in uno stato “mediocre-cattivo” nel tratto naturale e “buono” in quello canalizzato.

Nello scenario futuro migliore, con diversione completa dello scarico mediante tubo, potrà essere raggiunto in entrambi i tratti lo stato “molto buono”; il tubo con derivazione parziale garantirà uno stato “buono”, così come il bacino di demodulazione.

Tabella 4: applicazione del criterio “Percentuale di superficie asciugata”

SCENARIO	Tratto	Naturale		Canalizzato	
		%	Giudizio	%	Giudizio
stato attuale		52	mediocre-cattivo	24	buono
progetto senza interventi		47	mediocre-cattivo	17	buono
bacino di demodulazione		30	buono	16	buono
Tubo: derivazione completa		0	molto buono	0	molto buono
Tubo: derivazione parziale (50%)		28	buono	14	buono

Tabella 5: applicazione del criterio “Velocità di riduzione della portata (tasso di riduzione del tirante idrico)”

SCENARIO	Indicatore P2
stato attuale	mediocre-cattivo
progetto senza interventi	mediocre-cattivo
bacino di demodulazione	buono
Tubo: derivazione completa	molto buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	mediocre-cattivo

Tabella 6: applicazione del criterio “Numero di pesci arenati in 100 m di fiume”

Scenario	N°/100 m	Giudizio
Stato attuale	0	molto buono
progetto senza interventi	0	molto buono
bacino di demodulazione	0	molto buono
Tubo: derivazione completa	0	molto buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	0	molto buono

Tabella 7: applicazione dell'indicatore P2 “Arenamento di pesci”

SCENARIO	Tratto naturale	Tratto canalizzato
stato attuale	mediocre-cattivo	buono
progetto senza interventi	mediocre-cattivo	buono
bacino di demodulazione	buono	buono
Tubo: derivazione completa	molto buono	molto buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	buono	buono

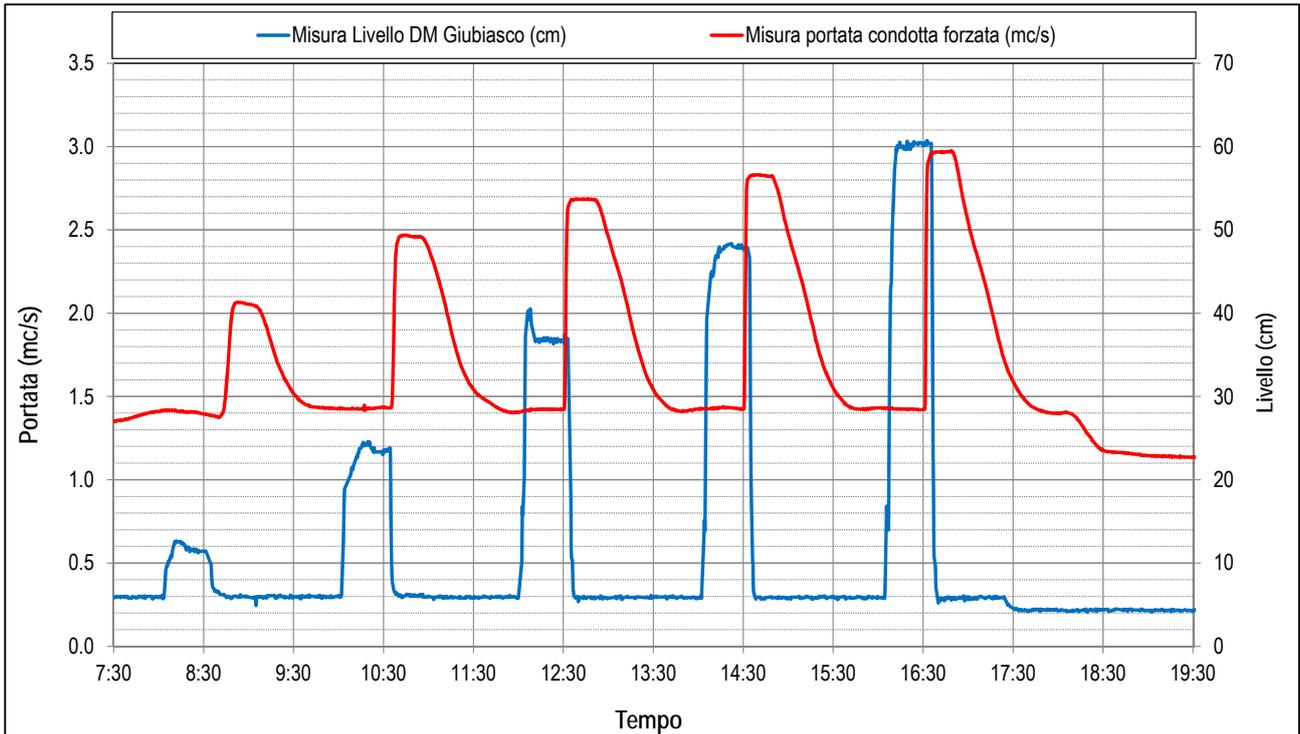


Figura 3-3: andamento della portata e del livello della Morobbia all'idrometro SUPSI durante le prove per la misura del "drift" il 2 ottobre in corrispondenza del picco di Qmax

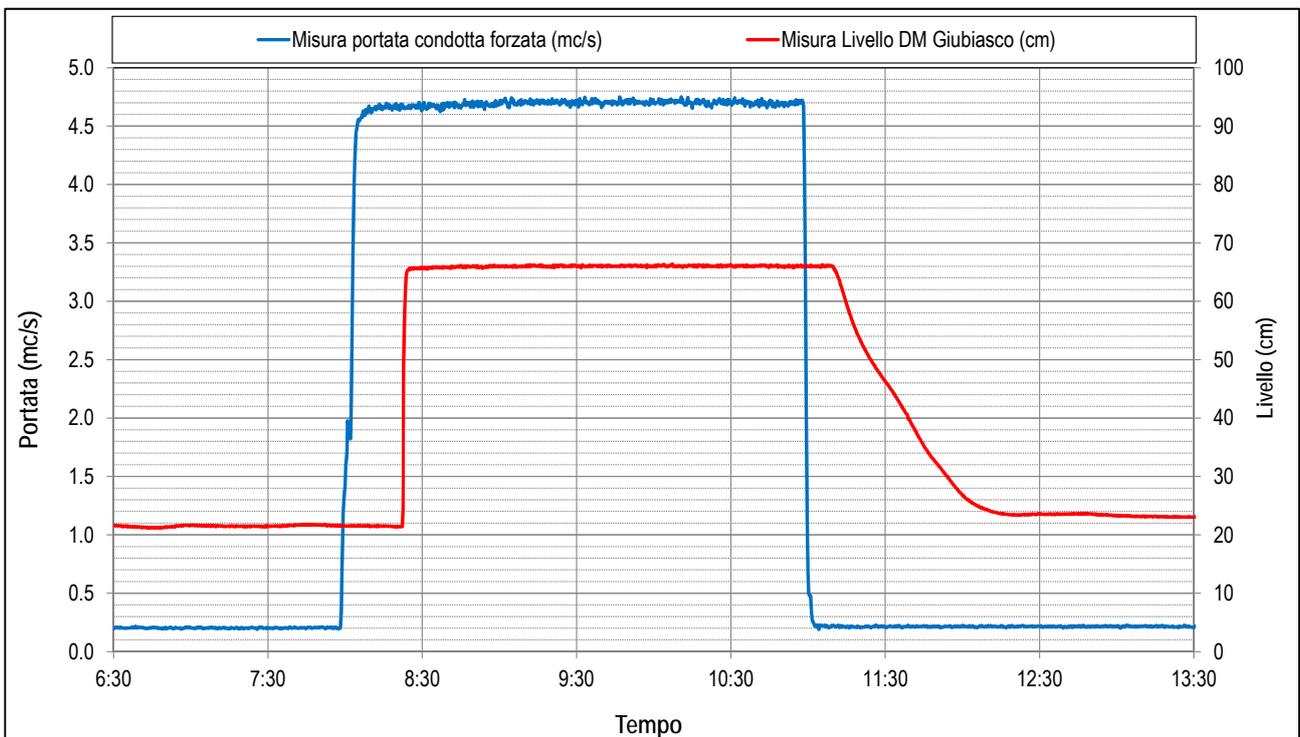


Figura 3-4: andamento della portata e del livello della Morobbia all'idrometro SUPSI durante le prove per la misura del "drift" il 3 ottobre in corrispondenza del picco di Qmax

3.3 LUOGHI DI FREGOLA – INDICATORE P3

L'indicatore P3 (luoghi di fregola) calcola, mediante modelli idraulici unidimensionali o bidimensionali (a seconda della morfologia), la grandezza dei potenziali luoghi di fregola che non sono prosciugati durante la portata ridotta e non sono erosi durante l'ondata di piena artificiale. Questi calcoli sono verificati e confermati mediante rilevazioni sul terreno degli avannotti delle principali specie ittiche mediante l'indicatore P4, impiegato quale indicatore a largo spettro anche nella valutazione sommaria.

Questo indicatore valuta la disponibilità di aree di frega per la trota fario rispetto alla quantità necessaria per garantire una riproduzione efficace all'interno del tratto di studio.

Tabella 8: criteri di valutazione dello stato di raggiungimento del fabbisogno superficie zone di frega

Fabbisogno superficie zone di frega (% su obiettivo)	Stato
>80%	molto buono
60-80%	buono
40-60%	mediocre
20-40%	insoddisfacente
<20	cattivo

Per definire il fabbisogno di aree di frega della popolazione ipotetica perseguita si è ipotizzato quanto segue.

In base alla tabella 3 del Modulo "Pesci" (UFAM, 2004), è considerata "ottimale" una densità di giovani dell'anno pari ad almeno 2000 individui/ha e "buona" una densità di giovani dell'anno pari ad almeno 1000 individui/ha; appare quindi accettabile fissare come obiettivo di densità per i giovani dell'anno un valore intermedio pari a 1500 individui/ha. Questi valori di densità giovanile, corrispondono, per una popolazione di trota fario, secondo quanto indicato dalla tabella A3 del paragrafo A7-3 del Modulo "Risanamento dei deflussi discontinui" (UFAM, 2012), ad una densità di adulti di 334 individui/ha. Ipotizzando un sex-ratio di 1:1 ne consegue una densità di popolazione di femmine adulte di 167 individui/ha. Rapportata alla superficie del torrente Morobbia a valle della centrale, tale densità corrisponde ad un numero di femmine pari a 303 (utilizzando come riferimento idrologico una portata pari a 0,3 m³/s, cioè circa la portata minima in caso di DM).

Sulla base del fabbisogno medio di area per un nido di frega da parte di una trota fario femmina, indicato in 5,8 m² (min 2,3 m², max 9,3 m²; UFAM, 2012), per le riproduttrici di trota fario della popolazione ipotetica perseguita servirebbero 1'755 m² di aree di frega.

Dati questi presupposti, la valutazione di questo parametro si è basata sull'approccio modellistico, tramite il quale è possibile ricostruire la disponibilità di zone di frega in funzione della portata e confrontarla con il fabbisogno obiettivo (Figura 3-5). Dal grafico si evincono le seguenti informazioni:

- Nel tratto naturale la disponibilità di aree di frega è estremamente ridotta alle portate basse e raggiunge il giudizio "buono" con un deflusso di almeno 0,65 m³/s e quello "molto buono" a 0,9 m³/s, oltre tale portata il giudizio resta sempre "molto buono".
- Nel tratto canalizzato la disponibilità di aree di frega è modesta alle portate basse e raggiunge al massimo la fascia corrispondente al giudizio "mediocre" e con un deflusso di almeno 1,5 m³/s in alveo, tornando a scendere oltre i 3 m³/s.

La disponibilità di substrato idoneo nel tratto canalizzato è talmente limitante nel tratto che, a prescindere da profondità e velocità dell'acqua, non si riesce a raggiungere un'adeguata

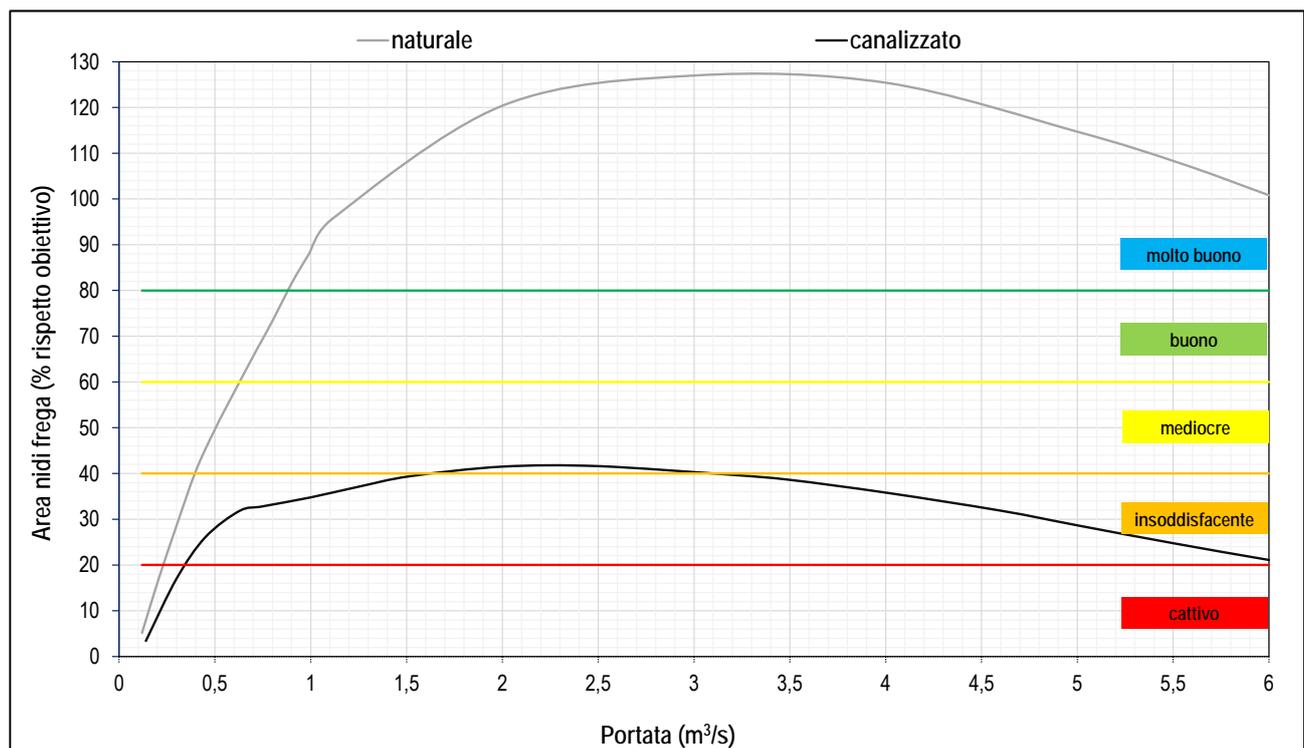
disponibilità di siti riproduttivi; questo problema è evidenziato sia dai risultati dei campionamenti ittici, da quali emerge un evidente deficit di giovani dell'anno, sia da un'apposita ricognizione delle potenziali zone di frega. Il giudizio di questo indicatore nel tratto canalizzato è pertanto "cattivo" allo stato attuale e migliorerà al massimo a "insoddisfacente" a prescindere dallo scenario considerato, in quanto non si prevede variazione di influenza sulla disponibilità di zone ghiaiose. L'unica ipotesi che potrebbe permettere il miglioramento di questo indicatore è la realizzazione di zone artificiali di frega, deponendo ghiaia in zone appropriate dell'alveo e modificando la morfologia dell'alveo per consentire il deposito e la permanenza di sedimento ghiaioso; tale intervento vedrebbe massimizzati i suoi benefici in concomitanza con l'adozione dello scenario con diversione completa dello scarico, che eviterebbe qualsiasi problema di messa in asciutta dei nidi di frega o di velocità eccessive per la stabilità delle zone ghiaiose contenenti le uova e per gli avannotti.

Nel tratto naturale le portate massime garantiscono una disponibilità ottimale di aree di frega, andando ad allagare zone marginali che diventano idonee alla deposizione, i diversi scenari sono però comunque limitati dalla disponibilità per le portate minime, che si attestano tutte ad un giudizio "mediocre".

Tabella 9: applicazione dell'indicatore P3 "Luoghi di fregola"

Scenario	naturale			canalizzato		
Scenario	% aree frega obiettivo Qmin/Qmax		Giudizio	% aree frega obiettivo Qmin/Qmax		Giudizio
Stato attuale	8	114	cattivo	5	29	cattivo
progetto senza interventi	48	107	mediocre	22	24	insoddisfacente
bacino di demodulazione	58	116	mediocre	31	30	insoddisfacente
Tubo: derivazione completa	48	48	mediocre	22	22	insoddisfacente
Tubo: derivazione parziale (50%)	48	127	mediocre	22	40	insoddisfacente

Figura 3-5: percentuale di raggiungimento del fabbisogno medio di Area Disponibile Ponderata per le zone di frega della trota fario in funzione della portata e confronto con l'intervallo di riferimento dei diversi stati di valutazione nel tratto canalizzato



3.4 RIPRODUZIONE DELLA FAUNA ITTICA – INDICATORE P4

L'indicatore P4 (riproduzione dei pesci) analizza e valuta, a complemento di P1, la densità di avannotti delle specie ittiche principali al momento in cui questi avannotti fuoriescono dal sedimento (emersione).

Questo indicatore si basa sullo stato della riproduzione della fauna ittica, che viene valutata in termini di densità (numero di individui per ettaro di alveo bagnato) dei giovani dell'anno (0+) di trota fario.

Tabella 10: criteri di valutazione dell'indicatore P4 "Riproduzione della fauna ittica"

Densità 0+ trota fario (n/ha)	Stato
>2000	molto buono
1000-2000	buono
500-1000	mediocre
250-500	insoddisfacente
<250	cattivo

Nel tratto di Morobbia a valle della centrale, i campionamenti ittici hanno evidenziato una forte carenza di giovani dell'anno di trota fario sia nel tratto naturale che in quello tratto canalizzato, indice una situazione riproduttiva pessima, ascrivibile ad uno stato "cattivo". Allo stato attuale in entrambi i tratti vi è una carenza di aree di frega alle portate minime e i deflussi massimi creano condizioni non sostenibili per gli stadi giovanili.

Per i motivi esposti nel precedente paragrafo, con la rimozione dei deflussi discontinui non si ritiene possibile un miglioramento negli scenari futuri nel tratto canalizzato, fatto salvo siano realizzati degli interventi sulla morfologia fluviale atti ad incrementare le zone utili alla frega. La situazione del tratto naturale dovrebbe invece raggiungere uno stato almeno "mediocre" con gli scenari in cui viene mitigato il deflusso discontinuo, sulla base dei risultati dell'indicatore P3.

Tabella 11: applicazione dell'indicatore P4 "Riproduzione della fauna ittica"

Scenario	Giudizio tratto naturale	Giudizio tratto canalizzato
Stato attuale	cattivo	cattivo
progetto senza interventi	cattivo	cattivo
bacino di demodulazione	mediocre	cattivo
Tubo: derivazione completa	mediocre	cattivo
Tubo: derivazione parziale (50%)	mediocre	cattivo

3.5 PRODUTTIVITÀ ITTICA – INDICATORE P5

L'indicatore P5 (produttività ittica) stima la produttività ittica teorica dei corsi d'acqua in base a vari fattori d'influenza.

Questo indicatore si basa sullo stato della produttività ittica, che viene calcolata indirettamente attraverso una formula che prende in considerazione la capacità biogenica del corso d'acqua (a sua volta dedotta dallo stato della fauna macrobentonica), dalle caratteristiche termiche, dallo stato dell'habitat fisico dell'alveo (a sua volta pesato in base ad eventuali alterazioni del regime idrologico naturale) e dalla regione ittica.

La fascia altitudinale per i tratti di studio (posti a poco più di 200 m s.m.) è quella <500 m s.m., per cui la produttività obiettivo per raggiungere uno stato "buono" è pari ad almeno 40 kg/ha.

Tabella 12: criteri di valutazione dell'indicatore P5 "Produttività ittica"

Rendimento per Ettaro (RAE)			Stato
Altitudine <500 m	Altitudine 500-1000 m	Altitudine >1000 m	
>60	>40	>30	molto buono
60-40	40-30	30-20	buono
40-30	30-20	20-10	mediocre
30-20	20-10	10-5	insoddisfacente
<20	<10	<5	cattivo

Le metodologie di calcolo sono descritte in dettaglio nella pubblicazione "Ertragsvermögen der Patentgewässer im Kanton Bern" (Vuille, 1997; Fishereiinspektorat des Kanton Bern); la produttività ittica (RAE, espressa in kg di biomassa/ha) viene stimata sulla base della seguente formula:

$$RAE = 10 * k1 * k2 * RQ * k3 * Bmod$$

Il **coefficiente k1** si basa sul regime termico del tratto fluviale in esame, sulla base di 5 possibili categorie in base alle temperature minime invernali e massime estive:

- **Tk1 <25; K1 = 0,75;** corsi d'acqua che gelano spesso in inverno e con temperature estive <12 °C
- **Tk1 = 25-45; K1 = 1;** corsi d'acqua con temperature minime 2-4 °C e con temperature estive >12 °C
- **Tk1 = 45-70; K1 = 1,25;** corsi d'acqua con temperature minime 4-5 °C e con temperature estive >16 °C
- **Tk1 = 70-80; K1 = 1,5;** corsi d'acqua con temperature minime 4-5 °C e con temperature estive >18 °C
- **Tk1 >80; K1 = 1,75;** corsi d'acqua emissari di laghi di pianura

Il **coefficiente k2** si basa sulle caratteristiche dell'habitat del tratto fluviale in esame, valutate sulla base di una combinazione di diversi parametri quali l'eterogeneità di larghezza, velocità di corrente, profondità e substrato, la variabilità del percorso dell'alveo, la disponibilità di rifugi per i pesci e di vegetazione riparia e la presenza di ostacoli alla libera migrazione dei pesci. Si tratta pertanto di un parametro che può variare sia in funzione della portata, sia della morfologia dell'alveo. Il tratto canalizzato è caratterizzato da una morfologia abbastanza banalizzata, con alveo piuttosto rettilineo, ridotta disponibilità di rifugi, bassa eterogeneità delle condizioni idrauliche di microhabitat idraulico, regime idrologico soggetto a deflussi discontinui e a derivazione. Il tratto naturale possiede invece una discreta variabilità morfologica, pur essendo anch'esso condizionato dai deflussi discontinui e dalla ridotta portata di base.

La stima numerica del coefficiente k2 è sintetizzata nella matrice in Tabella 13.

Tabella 13: matrice per la determinazione del coefficiente k2 relativo all'habitat fluviale

Tratto	Scenario	k2	Variabilità habitat	Variabilità larghezza	Variabilità profondità	Variabilità idraulica	Variabilità substrato	Variabilità percorso	Rifugi e vegetazione riparia	Rifugi	Vegetazione riparia	Impercorribilità
naturale	Stato attuale	1,348	1,8	1	2	2	2	2	2	2	2	1
	progetto senza interventi	1,484	1,4	1	1	1	2	2	2	2	2	1
	bacino di demodulazione	1,484	1,4	1	1	1	2	2	2	2	2	1
	Tubo: derivazione completa	1,484	1,4	1	1	1	2	2	2	2	2	1
	Tubo: derivazione parziale (50%)	1,484	1,4	1	1	1	2	2	2	2	2	1
canalizzato	Stato attuale	0,612	3,2	3	3	3	3	4	3	3	3	1
	progetto senza interventi	0,748	2,8	3	2	2	3	4	3	3	3	1
	bacino di demodulazione	0,748	2,8	3	2	2	3	4	3	3	3	1
	Tubo: derivazione completa	0,748	2,8	3	2	2	3	4	3	3	3	1
	Tubo: derivazione parziale (50%)	0,748	2,8	3	2	2	3	4	3	3	3	1

Il **coefficiente k3** si basa sulla vocazionalità ittica del tratto fluviale in esame; i due tratti di studio del torrente Morobbia appartiene alla zona della trota fario, sia sulla base delle caratteristiche morfologiche (pendenza media intorno al 2%, larghezza media di circa 8-10 m), sia per quanto mostrato dai risultati dei censimenti ittici, pertanto il valore del coefficiente k3 è pari a 1.

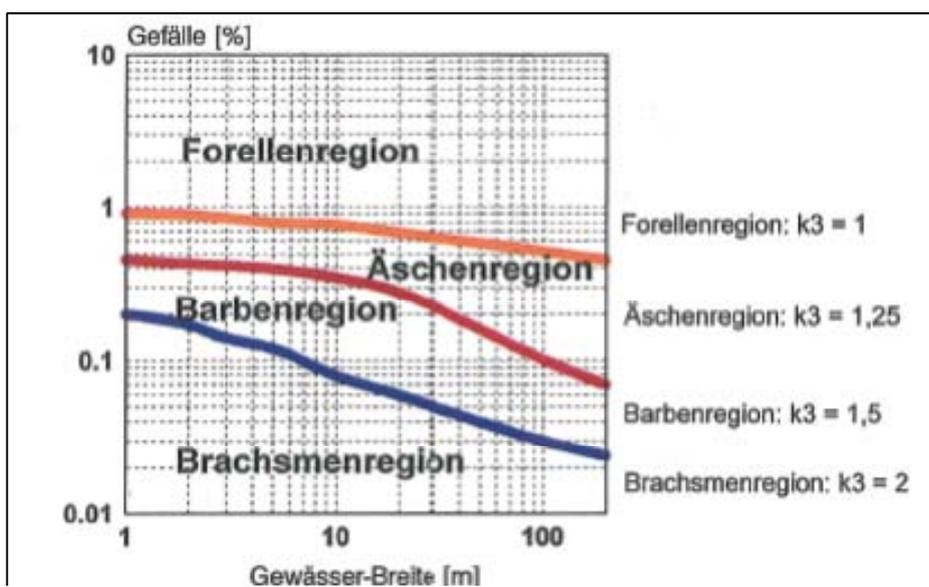


Figura 3-6: grafico per l'attribuzione della zona ittica sulla base di pendenza e larghezza (da Vuille, 1997)

Il **coefficiente correttivo RQ** si basa sul grado di alterazione del regime idrologico del tratto fluviale in esame secondo i seguenti criteri:

- Portata insufficiente durante la maggior parte dell'anno: RQ = 0,5
- Portata insufficiente durante il periodo di riproduzione: RQ = 0,8
- Portata insufficiente durante 1-2 mesi al di fuori del periodo di riproduzione: RQ = 0,9
- Regime non influenzato in modo importante dagli utilizzi umani (prelievi, rilasci, ecc.): RQ = 1,0.

Lo stato attuale della Morobbia ricade nella categoria peggiore (RQ = 0.5).

Il **coefficiente Bmod**, che si basa sulla biomassa della comunità macrobentonica (g/m^2), è stato determinato dai campionamenti di macroinvertebrati e risulta essere particolarmente importante nella determinazione della produttività ittica dei tratti di studio.

Nella Tabella 14 è riepilogato il risultato della stima teorica della produttività ittica; si può osservare che nel tratto naturale il fattore limitante per la produttività è rappresentato dai macroinvertebrati, caratterizzati da una biomassa troppo esigua presumibilmente per via dei deflussi discontinui. Nel caso del tratto canalizzato anche l'habitat fluviale, banalizzato dalla artificializzazione dell'alveo e delle sponde, non consente un'adeguata potenzialità ittiogenica. La produttività teorica della Morobbia a valle della centrale è estremamente bassa, pari a 3 kg/RAE nel tratto naturale e a 2 kg/RAE nel tratto canalizzato, ed è valutata attualmente da un giudizio "cattivo". Con lo scenario della diversione completa dello scarico si può invece ipotizzare che, sulla base di quanto osservato per analogia nel Rio d'Arbedo (quota e morfologia simili alla Morobbia ma assenza di alterazioni idrologiche), possa essere raggiunta per gli invertebrati una biomassa ottimale.

Per quanto riguarda l'habitat idraulico – morfologico, l'unico miglioramento ipotizzabile per gli scenari futuri è quello del miglioramento della disponibilità di zone profonde, attualmente molto modeste in particolare nel tratto canalizzato con il deflusso di base, dal momento che gli altri parametri sono di natura morfologica e non dipendono dalle modalità di funzionamento della centrale.

Si potrà pertanto ipotizzare un miglioramento solo nel caso di scenario con tubo con derivazione completa, che dovrebbe permettere il raggiungimento della biomassa ottimale di benthos; si arriverebbe così ad una situazione con giudizio "molto buono" nel tratto naturale, mentre in quello canalizzato non si andrebbe comunque oltre ad una classe "mediocre", in quanto l'artificialità del tracciato dell'alveo resta un fattore limitante per l'habitat dell'ittiofauna.

Tabella 14: applicazione dei criteri di calcolo dell'indicatore P5 "Produttività ittica"

Tratto	Scenario	Bmod qualità	k1 termica	k2 habitat	k3 regione ittica	RQ fattore correttivo
Naturale	Stato attuale	0,5	1	1,348	1	0,5
	progetto senza interventi	1	1	1,484	1	1
	bacino di demodulazione	1	1	1,484	1	1
	Tubo: derivazione completa	5	1	1,484	1	5
	Tubo: derivazione parziale (50%)	1	1	1,484	1	1
Canalizzato	Stato attuale	0,5	1	0,612	1	0,5
	progetto senza interventi	1	1	0,748	1	1
	bacino di demodulazione	1	1	0,748	1	1
	Tubo: derivazione completa	5	1	0,748	1	5
	Tubo: derivazione parziale (50%)	1	1	0,748	1	1

Tabella 15: applicazione dell'indicatore P5 "Produttività ittica" ai diversi scenari previsti

Scenario	Tratto	naturale		canalizzato	
		RAE (kg)	Giudizio	RAE (kg)	Giudizio
Stato attuale		3	cattivo	2	cattivo
progetto senza interventi		13	cattivo	7	cattivo
bacino di demodulazione		13	cattivo	7	cattivo
Tubo: derivazione completa		67	molto buono	34	mediocre
Tubo: derivazione parziale (50%)		13	cattivo	7	cattivo

3.6 BIOMASSA DEL MACROZOOBENTHOS – INDICATORE B1

L'indicatore B1 (biomassa del macrozoobenthos) analizza la quantità di organismi invertebrati ancora visibili a occhio nudo presenti nel e sul fondo dell'alveo (macroinvertebrati). L'indicatore B1 è uno dei fattori d'influenza che confluiscono anche nella valutazione di P5.

Questo indicatore si basa sul confronto tra la biomassa del macrozoobenthos misurata nel tratto di studio e quella attesa, stimata sulla base di una formula teorica che correla la biomassa all'altitudine del tratto (Jungwith et al, 1980 in Baumann et al, 2012):

- $\text{biomassa (g/m}^2\text{)} = 1 / ((0,0000261 * \text{altitudine}) - 0,032)$

Sulla base della percentuale di biomassa rilevata rispetto a quella attesa si effettua la valutazione dell'indicatore, secondo gli intervalli di giudizio espressi nella tabella che segue.

Tabella 16: criteri di valutazione dell'indicatore B1 "Biomassa del macrozoobenthos"

Percentuale biomassa prevista	Stato
>80	molto buono
60-80	buono
45-60	mediocre
30-45	insoddisfacente
<30	cattivo

I risultati dei campionamenti di macroinvertebrati effettuati nel 2013 a valle della centrale (Tabella 17) hanno evidenziato in tutti i casi una biomassa molto lontana dal valore obiettivo, andando a posizionare questo indicatore in una fascia corrispondente al giudizio "cattivo" sia nel tratto naturale che in quello canalizzato.

Tabella 17: risultati dei campionamenti quantitativi di macroinvertebrati eseguiti nel 2013 nella Morobbia a valle della centrale; MOR3: tratto naturale, MOR4: tratto canalizzato

	MOR-3 (marzo)	MOR-3 (luglio)	MOR-4 (marzo)
Altezza stazione	250	250	230
Biomassa teorica benthos (g/m)	30,1	30,1	35,7
Biomassa misurata benthos (g/m)	1,7	0,4	0,9
Percentuale biomassa misurata / prevista	5,6	1,2	2,6
Stato	cattivo	cattivo	cattivo

Nel 2015 sono state ripetute le indagini sugli invertebrati a valle della centrale, inserendo a titolo comparativo anche un tratto sul Rio d'Arbedo; quest'ultimo si trova in una valle poco distante, ed ha caratteristiche altitudinali e morfologiche molto simili alla Morobbia, dalla quale però si distingue per il regime idrologico privo di oscillazioni artificiali di portata. I risultati hanno mostrato che nella Morobbia la situazione della biomassa, pur leggermente migliore, si attesta a "insoddisfacente"; nel Rio d'Arbedo viene invece raggiunto il giudizio "molto buono", con una biomassa addirittura superiore a quella "obiettivo". Da questi dati si può ipotizzare che rimuovendo il problema dei deflussi discontinui, anche la comunità macrobentonica della Morobbia potrebbe arrivare alla biomassa "obiettivo" in entrambi i tratti a valle della centrale; si può pertanto assegnare allo scenario con diversione completa dello scarico la valutazione migliore, mentre per quelli restanti, dove le fluttuazioni di portata permangono, sebbene mitigate, come nel caso del bacino di compenso e del tubo con derivazione parziale, appare più cautelativo assegnare un giudizio a livello di "mediocre".

Tabella 18: risultato del campionamento quantitativo – densità e biomassa degli individui catturati

Indicatori quantitativi	Morobbia	Arbedo
Densità EPT (m/m ²)	425	1883
Densità totale (m/m ²)	1253	2730
Biomassa EPT misurata (g/m ²)	1,60	8,30
Biomassa totale misurata (g/m ²)	5,6	25,1
Biomassa obiettivo (g/m ²)	15,3	13,2
% biomassa prevista	36,9	190,1
Classe % biomassa prevista	insoddisfacente	molto buono

Tabella 19: applicazione dell'indicatore B1 "Biomassa del macrozoobenthos"

Scenario	%	Giudizio – tratto naturale	Giudizio – tratto canalizzato
Stato attuale	30-45	insoddisfacente	insoddisfacente
progetto senza interventi	30-45	insoddisfacente	insoddisfacente
bacino di demodulazione	45-60	mediocre	mediocre
Tubo: derivazione completa	>80	molto buono	molto buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	45-60	mediocre	mediocre

3.7 ZONAZIONE LONGITUDINALE DEL MACROZOOBENTHOS – INDICATORE B3

L'indicatore B3 (zonazione longitudinale del macrozoobenthos) valuta la corrispondenza tra la comunità di macroinvertebrati presente nel tratto di studio e quella attesa in relazione alle caratteristiche ambientali del sito. Per questo indicatore non è stato possibile utilizzare i risultati dei campioni già disponibili, raccolti per gli altri indicatori basati sul benthos, in quanto è richiesto un livello sistematico di maggiore dettaglio che non è stato indagato.

Questo indicatore non è stato valutato, in assenza dei dati necessari; è peraltro più che plausibile che il giudizio sia negativo allo stato attuale, in considerazione delle altre valutazioni disponibili sui macroinvertebrati. Rispetto agli scenari futuri, è plausibile che la rimozione completa delle oscillazioni di portata mediante il tubo derivazione completa, potrebbe portare questo indicatore nello stato ottimale.

3.8 MODULO CML «MACROZOOBENTHOS» – INDICATORE B2

L'indicatore B2 (modulo CML «Macrozoobenthos») valuta la fauna invertebrata del fondo dell'alveo in base a un «indice biologico» (IBCH) secondo il metodo di Stucki (2010). Nei campioni prelevati per B2 sono determinati anche gli altri indicatori del benthos.

Questo indicatore utilizza come criterio di giudizio la valutazione espressa dall'applicazione del modulo CML «Macrozoobenthos», basato sull'applicazione dell'Indice IBCH e sintetizzata nella tabella che segue.

Tabella 20: criteri di valutazione dell'indicatore B2 "Modulo CML «Macrozoobenthos»"

Risultato IBCH	Stato
17-20	molto buono
13-16	buono
9-12	mediocre
5-8	insoddisfacente
0-4	cattivo

I risultati dei campionamenti di macroinvertebrati effettuati nel 2013 a valle della centrale hanno evidenziato un giudizio "mediocre", mentre l'aggiornamento del 2015 ha evidenziato il raggiungimento di uno stato buono.

Tabella 21: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati eseguiti nel 2013-15 nella Morobbia a valle della centrale nel tratto naturale

	marzo 2013	luglio 2013	aprile 2015
Valore IBCH	11	11	13
Stato	mediocre	mediocre	buono

Questo miglioramento fa ipotizzare che la situazione effettiva si trovi a cavallo tra uno stato "mediocre" ed uno "buono", attestandosi sull'uno piuttosto che sull'altro in base ai vari elementi di contorno che possono variare annualmente (p.e. piene naturali). Rispetto agli scenari futuri, si potrebbe ipotizzare che l'adozione del DM sia in grado di spostare in modo più continuativo la situazione su uno stato "buono"; per maggiore cautela si può supporre che ciò avvenga in particolare per gli scenari che prevedono almeno una parziale mitigazione dei deflussi discontinui.

Nel tratto artificiale i risultati disponibili di marzo 2013 indicavano un punteggio IBCH pari a 10 con giudizio "mediocre". In questo caso prudenzialmente si può ritenere che il raggiungimento del giudizio "buono" sia possibile solo con il completo risanamento dei deflussi discontinui per mezzo della diversione totale delle portate scaricate.

Tabella 22: applicazione dell'indicatore B2 "Modulo CML «Macrozoobenthos»"

Scenario	Giudizio – tratto naturale	Giudizio – tratto canalizzato
Stato attuale	mediocre	mediocre
progetto senza interventi	mediocre	mediocre
bacino di demodulazione	buono	mediocre
Tubo: derivazione completa	buono	buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	buono	mediocre

3.9 FAMIGLIE EPT – INDICATORE B4

L'indicatore B4 (famiglie EPT) misura la diversità di organismi acquatici particolarmente sensibili in base al numero di famiglie degli ordini di insetti efemerotteri, plecoteri e tricoteri.

Questo indicatore utilizza come criterio di giudizio il numero di famiglie appartenenti ai taxa "EPT", cioè Efemerotteri, Plecoteri e Tricoteri, di norma quelli più intolleranti al degrado ambientale.

Tabella 23: criteri di valutazione dell'indicatore B4 "Famiglie EPT"

N° famiglie EPT	Stato
>12	molto buono
8-12	buono
5-7	mediocre
2-4	insoddisfacente
<2	cattivo

I risultati dei campionamenti di macroinvertebrati effettuati nel 2013 a valle della centrale nel tratto naturale hanno evidenziato in tutti i casi un giudizio "buono", confermato anche nel 2015. Anche nel tratto canalizzato il campionamento disponibile del marzo 2013 fornisce un giudizio "buono". Dato che tutti gli scenari futuri sono comunque da ritenersi migliorativi rispetto allo stato attuale, si può ragionevolmente affermare che la situazione potrà restare "buona" in entrambi i tratti.

Tabella 24: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati eseguiti nel 2013-15 nella Morobbia a valle della centrale nel tratto naturale

	marzo 2013	luglio 2013	aprile 2015
Famiglie EPT	11	11	10
Stato	buono	buono	buono

Tabella 25: applicazione dell'indicatore B4 "Famiglie EPT"

Scenario	Giudizio – tratto naturale	Giudizio – tratto canalizzato
Stato attuale	buono	buono
progetto senza interventi	buono	buono
bacino di demodulazione	buono	buono
Tubo: derivazione completa	buono	buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	buono	buono

3.10 COLMATAZIONE INTERNA – INDICATORE H1

L'indicatore H1 (colmatazione) valuta la colmatazione interna in base alla concentrazione di materiale in sospensione durante l'ondata di piena artificiale.

Questo indicatore valuta lo stato della colmatazione interna del substrato da parte del sedimento fine, in base ai valori di concentrazione dei Solidi Sospesi Totali (SST) presenti nell'acqua in condizioni di magra e di portata massima. La valutazione è relativa al periodo invernale, quando la colmatazione va ad influire sul successo della schiusa delle uova di trota deposte nel substrato fluviale.

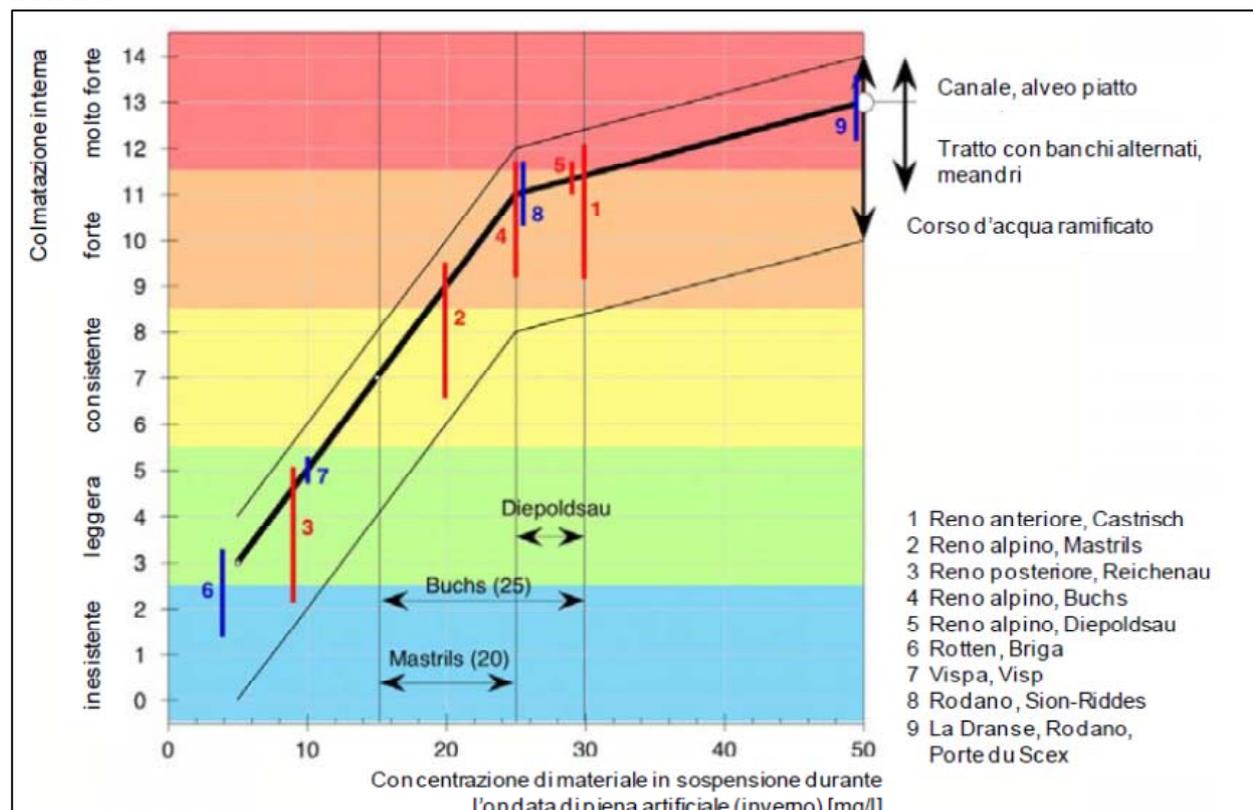


Figura 3-7: valutazione della colmatazione interna in base alla concentrazione di SST (da Baumann et al, 2012)

Nel caso dei tratti di Morobbia studiati, una valutazione della concentrazione di solidi sospesi è stata effettuata nel corso delle prove autunnali sul drift nel mese di ottobre 2013; la concentrazione più alta è stata registrata in corrispondenza del campione durante il picco in salita da 300 l/s a 1800 l/s ($Q_{max}/Q_{min} = 6$), con un valore pari a soli 6 mg/l di SST. Il secondo valore più alto è stato pari a 2,1 mg/l, durante la fase di discesa da 4700 l/s a 200 l/s. Si tratta di valori decisamente bassi, che permettono di valutare lo stato di colmatazione con un giudizio "buono". Si può ragionevolmente ritenere che questa situazione non peggiorerà negli scenari futuri, in cui le condizioni idrologiche sono meno estreme anche nel caso peggiore, grazie all'adozione del DM.

Tabella 26: applicazione dell'indicatore H1 "Colmatazione interna"

Scenario	Giudizio - tratto naturale	Giudizio - tratto canalizzato
Stato attuale	buono	buono
progetto senza interventi	buono	buono
bacino di demodulazione	buono	buono
Tubo: derivazione completa	buono	buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	buono	buono

3.11 DEFLUSSO MINIMO – INDICATORE D1

L'indicatore D1 (deflusso minimo) verifica se la portata durante i periodi di magra rispetta i requisiti della LPac sui deflussi residuali minimi.

Questo indicatore serve a determinare se la portata ridotta rispetta un valore minimo basato su dati ecologici oppure se la stessa è inferiore a tale valore minimo. I requisiti di una portata ridotta sono simili a quelli per il deflusso residuale minimo definiti agli articoli 31–33 LPac.

La valutazione dell'indicatore D1, diversamente dagli altri indicatori, non comprende cinque, bensì solo due classi di stato, dato che non possono essere giustificati stati intermedi tra l'adempimento o meno dei requisiti in materia di deflusso residuale (DM) previsti agli articoli 31–33 LPac. La valutazione avviene esclusivamente dal punto di restituzione dell'acqua (centrale) e, applicando le restrizioni menzionate, senza considerare il grado di risanamento del deflusso residuale, ossia indipendentemente dal fatto che il deflusso residuale sia risanato secondo gli articoli 31–33 LPac (rinnovo della concessione dopo l'entrata in vigore di queste disposizioni il 1° novembre 1992) al momento dell'applicazione delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui oppure che il deflusso residuale sia risanato secondo le esigenze meno restrittive degli articoli 80–83 LPac.

Allo stato attuale le esigenze di DM rispetto alla LPac non sono rispettate, mentre lo saranno con tutti i nuovi scenari. L'indicatore non varia tra il tratto naturale e quello canalizzato.

Tabella 27: applicazione dell'indicatore D1 "Deflusso minimo"

Scenario	Esigenze DM Lpac	Giudizio – tratto naturale	Giudizio – tratto canalizzato
Stato attuale	Non soddisfatte	cattivo	cattivo
progetto senza interventi	Soddisfatte	buono	buono
bacino di demodulazione	Soddisfatte	buono	buono
Tubo: derivazione completa	Soddisfatte	buono	buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	Soddisfatte	buono	buono

3.12 TEMPERATURA DELL'ACQUA – INDICATORE Q1

L'indicatore Q1 (temperatura dell'acqua) valuta le variazioni repentine della temperatura dell'acqua causate dai deflussi discontinui in base a una serie di misurazioni sull'arco di almeno un anno.

Questo indicatore serve a determinare se la portata massima produce variazioni inammissibili di temperatura; la valutazione dovrebbe essere condotta preferibilmente su una serie storica di dati di 5 anni, con risoluzione temporale di 10 minuti. Sono presi in considerazione 3 sottoparametri:

- La velocità di variazione della temperatura tra portata massima e portata ridotta "TR", espressa in °C/h e riferito al quantile al 90%;
- L'escursione termica tra portata massima e ridotta "TA_{max/min}", in °C, rispetto all'escursione termica di riferimento specifica per il tipo di corso d'acqua "TA_{rif}", in °C;
- Il numero di picchi termici al giorno, espresso come valore medio "PM" e come quantile al 95% "P₉₅".

Il giudizio di sintesi avviene attraverso la combinazione di tali sottoparametri come riportato nella tabella che segue.

Tabella 28: criteri di valutazione dell'indicatore Q1 "Temperatura dell'acqua"

Valutazione iniziale	Fattori di correzione	Stato
TR ≤ 1,25 °C/h	-1 classe se TA _{max/min} > TA _{rif}	molto buono
1,25 °C/h ≤ TR ≤ 2,5 °C/h	e PM = 3-5 e P ₉₅ = 6-9	buono
2,5 °C/h ≤ TR ≤ 3,75 °C/h	o se TA _{max/min} > 1.5*TA _{rif}	mediocre
3,75 °C/h ≤ TR ≤ 5 °C/h	o se PM > 5 e P ₉₅ > 9	insoddisfacente
TR > 5 °C/h	- 2 classi se TA _{max/min} > 1.5*TA _{rif} e PM > 5 e P ₉₅ > 9	cattivo

Per quanto riguarda il caso in studio, la termica del torrente Morobbia viene monitorata in continuo a valle della centrale AMB dallo strumento presso la stazione idrometrica SUSPI.

L'escursione termica giornaliera specifica di riferimento, per il tratto di Morobbia in esame che è attribuibile alla tipologia "Epipotamon collinare", è pari 3,9 °C.

Rispetto al RIA consegnato nell'ambito dell'esame preliminare di PR, è stato possibile effettuare la valutazione degli aspetti termici utilizzando dati più aggiornati (anni 2015-2019) e, soprattutto, applicando l'apposito file excel predisposto allo scopo, di cui si riportano le tabelle di output di seguito.

Serie di misure			
Serie di misure-Nr:	MS-Nr.		
Serie di misure-Descrizione:	MS-Descrizione		
Primo giorno analizzato:	01/01/2015	Gewässertyp:	EpP
Ultimo giorno analizzato:	31/12/2019	Referenz-Temperaturamplitude TA _{Ref} :	3,9
Numero giorni analizzati [d]:	1786	Achtung, Messreihe mit Lücken oder <5 Jahre!	

Parametri calcolati

Velocità di variazione della temperatura Schwall/Sunk [°C/h]	TR _{Schwall/Sunk}	14,40
Ampiezza di variazione della temperatura Schwall/Sunk [°C]	TA _{Schwall/Sunk}	6,70
Numero di picchi di temperatura (Media) [-]	PM	0,25
Numero di picchi di temperatura (95%-Quantile) [-]	P95	2,00
Tasso orario di variazione della temperatura [°C/h]	TR _E	29,10
Ampiezza di variazione della temperatura nel regime idrologico natu	TA _E	10,30

Klassierung

Schwall-/Sunk			Regime idrologico naturale		
Valutazione di base	Fattore di correzione	Classe dello stato	Valutazione di base	Fattore di correzione	Classe dello stato
5	1	rot	5	2	rot

Come si evince dai risultati, il calcolo attribuisce alla Morobbia uno stato “cattivo” dell'indicatore Q1 per le condizioni attuali.

Rispetto agli scenari futuri, si può ritenere che il giudizio resterà cattivo nel caso di progetto privo di interventi per la riduzione dei deflussi discontinui. Nel caso di bacino di demodulazione e della diversione parziale della portata scaricata, tenuto conto del fatto che l'adozione del DM permetterà di ridurre la temperatura massima in corrispondenza della Qmin e di conseguenza la variazione dovuta all'immissione delle acque scaricate, si può ritenere ragionevole il raggiungimento di un livello almeno “buono”. Nel caso dello scenario che prevede la diversione totale delle portate scaricate mediante tubo, sarà invece raggiunto il livello “molto buono”, grazie alla completa eliminazione delle fluttuazioni.

Si può ritenere che la valutazione sia valida sia per il tratto naturale che per quello canalizzato.

Tabella 29: applicazione dell'indicatore Q1 “Temperatura dell'acqua”

Scenario	Giudizio – tratto naturale	Giudizio – tratto canalizzato
Stato attuale	cattivo	cattivo
progetto senza interventi	cattivo	cattivo
bacino di demodulazione	buono	buono
Tubo: derivazione completa	molto buono	molto buono
Tubo: derivazione parziale (50%)	buono	buono

3.13 INDICATORI PREVISTI DAL PROTOCOLLO 2017

Di seguito si riportano i risultati dell'applicazione di alcuni degli indicatori previsti dal Protocollo di valutazione del pregiudizio determinato dai deflussi discontinui ("Deflussi discontinui – misure; UFAM, 2017) in aggiunta a quelli valutati nelle fasi precedenti.

3.13.1 P3 -> Luoghi di fregola

L'indicatore valuta la disponibilità di zone di frega facendo un confronto con la situazione corrispondente alla portata naturale del periodo riproduttivo.

Tabella 30: criteri di valutazione dell'indicatore P3 "Luoghi di fregola"

Perdita di superficie (%)	Stato
>10	molto buono
10<30	buono
30<50	mediocre
50<70	insoddisfacente
≤70	cattivo

Considerando per la trota fario il periodo di frega (deposizione e incubazione delle uova) tra novembre e marzo, la portata naturale più limitante è quella di febbraio, pari a 671 l/s. L'APD corrispondente per lo stadio riproduttivo è pari a 19 m² sia nel segmento rappresentativo del tratto canalizzato che in quello naturale. Come già discusso in precedenza, è un valore assoluto modesto, in particolare per il tratto canalizzato, dovuto soprattutto alla carenza di zone ghiaiose (a tal proposito è stato condotto uno specifico studio di approfondimento). Il giudizio che si assegna ad ogni scenario è quello peggiore che risulta dal confronto della situazione tra la portata massima e quella minima, dal momento che la condizione più limitante è quella critica.

Nel tratto naturale si osserva che le portate minime sono quelle limitanti per le aree di frega, in particolare allo stato attuale; gli scenari futuri, nonostante il nuovo DM, permetteranno di passare da uno stato "cattivo" ad uno "insoddisfacente". Solo con il bacino di demodulazione si potrà raggiungere uno stato "buono".

La situazione del tratto canalizzato è analoga, con l'unica differenza che lo scenario con bacino di demodulazione permetterebbe di raggiungere lo stato "molto buono". È opportuno però ricordare che la valutazione è comparativa e avviene rispetto ad uno stato in cui la morfologia banalizzata determina una disponibilità assoluta di aree di frega scarsa anche nelle condizioni idrologiche naturali.

Tabella 31: confronto della disponibilità di ADP per i nidi di frega nei diversi scenari nel tratto naturale

Scenario	Q (m ³ /s)	ADP nidi (m ²)	% ADP nidi rispetto a naturale	Giudizio
stato attuale (QMAX)	5,05	31	163	cattivo
stato attuale (Qmin)	0,15	3	16	
progetto senza interventi (QMAX)	5,58	30	158	insoddisfacente
progetto senza interventi (Qmin)	0,38	11	58	
bacino di demodulazione (QMAX)	4,88	32	168	buono
bacino di demodulazione (Qmin)	0,61	16	84	
Tubo: derivazione parziale (50%) (QMAX)	0,38	11	58	insoddisfacente
Tubo: derivazione parziale (50%) (Qmin)	0,38	11	58	
Tubo: derivazione completa (QMAX)	2,98	35	184	insoddisfacente
Tubo: derivazione completa (Qmin)	0,38	11	58	

Tabella 32: confronto della disponibilità di ADP per i nidi di frega nei diversi scenari nel tratto canalizzato

Scenario	Q (m³/s)	ADP nidi (m²)	% ADP nidi rispetto a naturale	Giudizio
stato attuale (QMAX)	5,05	17	89	cattivo
stato attuale (Qmin)	0,15	3	16	
progetto senza interventi (QMAX)	5,58	14	74	insoddisfacente
progetto senza interventi (Qmin)	0,38	13	68	
bacino di demodulazione (QMAX)	4,88	18	95	molto buono
bacino di demodulazione (Qmin)	0,61	19	100	
Tubo: derivazione parziale (50%) (QMAX)	0,38	13	68	insoddisfacente
Tubo: derivazione parziale (50%) (Qmin)	0,38	13	68	
Tubo: derivazione completa (QMAX)	2,98	24	126	insoddisfacente
Tubo: derivazione completa (Qmin)	0,38	13	68	

3.13.2 P6 -> Habitat per i diversi stadi vitali della trota fario

L'indicatore valuta la disponibilità di area disponibile ponderata per giovani e adulti, facendo un confronto con la situazione corrispondente alla portata naturale Q_{182} che è pari a $1,33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabella 33: confronto dell'ADP per i giovani di trota fario tra la portata naturale Q_{182} e i vari scenari previsti nel tratto naturale

Scenario		m^3/s	ADP (m^2)	ADP (%)	Giudizio
Q_{182} naturale	-	1,33	83	100	-
stato attuale (20-80 percentile)	QMAX	5,05	36	43	cattivo
	Qmin	0,15	40	48	
progetto senza interventi	QMAX	5,58	30	36	cattivo
	Qmin	0,38	62	75	
bacino di demodulazione	QMAX	4,88	38	46	cattivo
	Qmin	0,61	32	39	
Tubo: derivazione completa	QMAX	0,38	62	75	mediocre
	Qmin	0,38	62	75	
Tubo: derivazione parziale (50%)	QMAX	2,98	66	80	mediocre
	Qmin	0,38	62	75	

Tabella 34: confronto dell'ADP per gli adulti di trota fario tra la portata naturale Q_{182} e i vari scenari previsti nel tratto naturale

Scenario		m^3/s	ADP (m^2)	ADP (%)	Giudizio
Q_{182} naturale	-	1,33	44	100	-
stato attuale (20-80 percentile)	QMAX	5,05	49	111	insoddisfacente
	Qmin	0,15	18	41	
progetto senza interventi	QMAX	5,58	43	98	insoddisfacente
	Qmin	0,38	27	61	
bacino di demodulazione	QMAX	4,88	50	114	molto buono
	Qmin	0,61	72	164	
Tubo: derivazione completa	QMAX	0,38	27	61	insoddisfacente
	Qmin	0,38	27	61	
Tubo: derivazione parziale (50%)	QMAX	2,98	57	130	insoddisfacente
	Qmin	0,38	27	61	

Nel tratto naturale la situazione dello stadio giovanile appare fortemente penalizzata sia allo stato attuale che in caso di progetto senza interventi e con bacino di demodulazione; gli scenari con diversione mediante tubo consentono di arrivare al massimo ad uno stato "mediocre". Nel complesso risultano limitanti sia le portate massime che quelle minime. Nel caso dello stadio adulto si ottiene una valutazione insoddisfacente in tutti gli scenari ad eccezione di quello con bacino di demodulazione, dove si arriva ad uno stato "molto buono"; per questo stadio in generale è limitante la portata minima.

Tabella 35: confronto dell'ADP per i giovani di trota fario tra la portata naturale Q_{182} e i vari scenari previsti nel tratto canalizzato

Scenario		m ³ /s	ADP (m ²)	ADP (%)	Giudizio
Q_{182} naturale	-	1,33	248	100	
stato attuale (20-80 percentile)	QMAX	5,05	36	15	cattivo
	Qmin	0,15	120	48	
progetto senza interventi	QMAX	5,58	22	9	cattivo
	Qmin	0,38	185	75	
bacino di demodulazione	QMAX	4,88	42	17	cattivo
	Qmin	0,61	213	86	
Tubo: derivazione completa	QMAX	0,38	185	75	mediocre
	Qmin	0,38	185	75	
Tubo: derivazione parziale (50%)	QMAX	2,98	178	72	mediocre
	Qmin	0,38	185	75	

Tabella 36: confronto dell'ADP per gli adulti di trota fario tra la portata naturale Q_{182} e i vari scenari previsti nel tratto canalizzato

Scenario		m ³ /s	ADP (m ²)	ADP (%)	Giudizio
Q_{182} naturale	-	1,33	100	100	
stato attuale (20-80 percentile)	QMAX	5,05	98	98	cattivo
	Qmin	0,15	38	38	
progetto senza interventi	QMAX	5,58	70	70	insoddisfacente
	Qmin	0,38	60	60	
bacino di demodulazione	QMAX	4,88	108	108	insoddisfacente
	Qmin	0,61	71	71	
Tubo: derivazione completa	QMAX	0,38	60	60	insoddisfacente
	Qmin	0,38	60	60	
Tubo: derivazione parziale (50%)	QMAX	2,98	148	148	insoddisfacente
	Qmin	0,38	60	60	

Anche tratto canalizzato la situazione dello stadio giovanile appare fortemente penalizzata sia allo stato attuale che in caso di progetto senza interventi e con bacino di demodulazione; gli scenari con diversione mediante tubo consentono di arrivare al massimo ad uno stato "mediocre". Nel complesso risultano limitanti soprattutto le portate massime. Nel caso dello stadio adulto si ottiene una valutazione con giudizio "cattivo" per lo stato attuale (dovuta alla portata minima), che diviene insoddisfacente in tutti gli scenari futuri. Con il bacino di demodulazione e con il tubo senza produzione energetica si otterrebbe un giudizio "molto buono" per la portata massima, ma è limitante quella minima.

Nel complesso il giudizio di questo indicatore è particolarmente severo e non consente di discriminare in modo efficace i diversi scenari di risanamento proposti.

3.14 RIEPILOGO

L'applicazione delle metodiche previste dalla pubblicazione UFAM 2017 per la valutazione dei pregiudizi attualmente determinati dai deflussi discontinui nel torrente Morobbia nel tratto tra la centrale AMB e la foce in Ticino determina sia per il tratto naturale (lungo 390 m) che per quello canalizzato (lungo 1820 m) una situazione di "pregiudizio sensibile", nel tratto naturale 8 indicatori sono in uno stato "cattivo", 2 in stato "non soddisfacente", 2 in stato "mediocre" e 2 in stato "buono". Nel tratto canalizzato 8 indicatori sono in uno stato "cattivo", uno in stato "non soddisfacente", uno in stato "mediocre" e 4 in stato "buono".

L'analisi degli scenari futuri, evidenzia che:

- Nel tratto naturale, che rappresenta il 18% del segmento a valle della centrale, lo scenario migliore possibile è quello del tubo con produzione energetica; esso consente di eliminare tutti i giudizi "cattivo", anche se permangono 2 giudizi "mediocre" e 2 "insoddisfacente".
- Anche nel tratto canalizzato, che rappresenta l'82% del segmento a valle della centrale, lo scenario migliore possibile è quello del tubo con produzione energetica; in questo caso però resta un giudizio "cattivo", 2 giudizi "mediocre" e 3 giudizi "insoddisfacente". Il giudizio "cattivo" che permane è relativo alla riproduzione ittica, per via della ridotta disponibilità di aree di frega causata dalla scarsa disponibilità di substrato ghiaioso.

L'opzione migliore per il risanamento dei deflussi discontinui del tratto di Morobbia a valle della centrale AMB, è pertanto quella in cui attraverso il tubo si attua la diversione completa dello scarico fino al fiume Ticino, eliminando completamente le variazioni artificiali di portata. Non tutti gli indicatori riescono comunque ad arrivare ad un giudizio "buono", in particolare nel tratto canalizzato, dove le alterazioni morfologiche restano un importante fattore limitante, anche rimuovendo le portate discontinue e incrementando in modo sensibile il deflusso di base attraverso il nuovo DM.

La figura seguente ricapitolativa riassume i risultati dei vari indicatori per i vari scenari proposti: Si conferma come ambientalmente migliore lo scenario che prevede la derivazione completa della acque turbinate dalla centrale Morobbia (tramite tubazione) direttamente nel fiume Ticino. Per eliminare completamente il pregiudizio sensibile secondo gli indicatori valutati sarà inoltre necessario intervenire puntualmente sulla morfologia del fiume creando aree disponibili per la frega dei pesci. Tenuto conto anche dell'eliminazione completa dei deflussi discontinui si ritiene che tali interventi morfologici possano essere efficacemente progettati tenendo conto dei nuovi deflussi minimi previsti.

Tabella 37: matrice di sintesi per gli indicatori di pregiudizio per i deflussi discontinui nel tratto naturale

Codice	Indicatore	Stato attuale	Progetto senza interventi	Bacino di demodulazione	Tubo con derivazione completa	Tubo con derivazione parziale (50%)
P1	Modulo CML «Pesci»	mediocre	mediocre	mediocre	buono	mediocre
P2	Arenamento di pesci	mediocre-cattivo	mediocre-cattivo	buono	molto buono	buono
P3	Luoghi di fregola	cattivo	mediocre	mediocre	mediocre	mediocre
P3	Luoghi di fregola (nuovo, 2017)	cattivo	insoddisfacente	buono	insoddisfacente	insoddisfacente
P4	Riproduzione della fauna ittica	cattivo	cattivo	mediocre	mediocre	mediocre
P5	Produttività ittica	cattivo	cattivo	cattivo	molto buono	cattivo
P6	Habitat trote giovani (nuovo, 2017)	cattivo	cattivo	cattivo	mediocre	mediocre
P6	Habitat trote adulte (nuovo, 2017)	insoddisfacente	insoddisfacente	molto buono	insoddisfacente	insoddisfacente
B1	Biomassa del macrozoobenthos	insoddisfacente	insoddisfacente	mediocre	molto buono	mediocre
B2	Modulo CML «Macrozoobenthos»	mediocre	mediocre	buono	buono	buono
B4	Famiglie EPT	buono	buono	buono	buono	buono
H1	Colmatazione interna	buono	buono	buono	buono	buono
D1	Deflusso minimo	cattivo	buono	buono	buono	buono
Q1	Temperatura dell'acqua	cattivo	cattivo	buono	molto buono	buono
PREGIUDIZIO SENSIBILE		SI	SI	SI	SI	SI

Tabella 38: matrice di sintesi per gli indicatori di pregiudizio per i deflussi discontinui nel tratto canalizzato

Codice	Indicatore	Stato attuale	Progetto senza interventi	Bacino di demodulazione	Tubo con derivazione completa	Tubo con derivazione parziale (50%)
P1	Modulo CML «Pesci»	buono	buono	buono	buono	buono
P2	Arenamento di pesci	buono	buono	buono	molto buono	buono
P3	Luoghi di fregola	cattivo	insoddisfacente	insoddisfacente	insoddisfacente	insoddisfacente
P3	Luoghi di fregola (nuovo, 2017)	cattivo	insoddisfacente	molto buono	insoddisfacente	insoddisfacente
P4	Riproduzione della fauna ittica	cattivo	cattivo	cattivo	cattivo	cattivo
P5	Produttività ittica	cattivo	cattivo	cattivo	mediocre	cattivo
P6	Habitat trote giovani (nuovo, 2017)	cattivo	cattivo	cattivo	mediocre	mediocre
P6	Habitat trote adulte (nuovo, 2017)	cattivo	insoddisfacente	insoddisfacente	insoddisfacente	insoddisfacente
B1	Biomassa del macrozoobenthos	insoddisfacente	insoddisfacente	mediocre	molto buono	mediocre
B2	Modulo CML «Macrozoobenthos»	mediocre	mediocre	mediocre	buono	mediocre
B4	Famiglie EPT	buono	buono	buono	buono	buono
H1	Colmatazione interna	buono	buono	buono	buono	buono
D1	Deflusso minimo	cattivo	buono	buono	buono	buono
Q1	Temperatura dell'acqua	cattivo	cattivo	buono	molto buono	buono
PREGIUDIZIO SENSIBILE		SI	SI	SI	SI	SI

4 CONCLUSIONI

La diversione completa dello scarico mediante tubo consente di ottenere **il risanamento completo del problema legato ai deflussi discontinui**, oltre a non spostare la tematica dei deflussi al Fiume Ticino (rapporto Q_{max}/Q_{min} sempre minore di 1.5).

La diversione parziale dal tubo come anche il bacino di demodulazione non apporterebbero benefici ecologici superiori rispetto alla variante scelta, pertanto **la soluzione migliore che si può prospettare è quella della variante con diversione completa delle acque turbinate**.

Si segnala infine che pur eliminando completamente i deflussi discontinui, l'applicazione rigorosa della metodica indica che vi sono dei parametri insoddisfacenti. Questi parametri insoddisfacenti sono quindi legati alle caratteristiche ecomorfologiche del tratto (tratto per la maggior parte non-naturale) in oggetto. Nell'ottica di un compenso ambientale generale degli impatti del progetto è prevista una misura di intervento nell'alveo del fiume per migliorare queste caratteristiche riportando una maggiore naturalità nel corso d'acqua.

EcoControl SA, 6.07.2020

GIU/RG/AR