

Proponente:

Regione Piemonte

Officine Lorenzina S.r.l.

Masera (VB)

Provincia del

Verbano - Cusio - Ossola

IMPIANTO IDROELETTRICO “OFFICINE LORENZINA” SUL RIO ARSA (PIEVE VERGONTE, VB)

CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE E MORFOLOGICA DEL TRATTO SOTTESO



MAGGIO 2016

GRAIA SRL

VIA REPUBBLICA 1

VARANO BORGHESI (VA)

I - 21020



Tel: 0332 – 961097

Fax: 0332 – 961162

e-mail: info@graia.eu

<http://www.graia.eu>

Proponente:

Regione Piemonte

Officine Lorenzina S.r.l.

Masera (VB))

Provincia del

Verbano – Cusio - Ossola

IMPIANTO IDROELETTRICO “OFFICINE LORENZINA” SUL RIO ARSA (PIEVE VERGONTE, VB)

CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE E MORFOLOGICA DEL TRATTO SOTTESO

DR GAETANO GENTILI

G. R. A. I. A. s.r.l.
Via Repubblica, 1
21020 VARANO BORGHİ (VA)
Partita I.V.A. N° 10454870154

DR. ING. MASSIMO SARTORELLI



HANNO COLLABORATO:

DR ENRICO GALLINA

MAGGIO 2016

GRAIA SRL

VIA REPUBBLICA 1

VARANO BORGHİ (VA)

I - 21020



Tel: 0332 – 961097

Fax: 0332 – 961162

e-mail: info@graia.eu

<http://www.graia.eu>

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	MODIFICHE AL REGOLAMENTO REGIONALE 23 LUGLIO 2003,N. 10/R.....	4
3	FINALITÀ E CONTENUTI DELLE “LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE E IL MONITORAGGIO DELLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI CON L'ECOSISTEMA FLUVIALE”.....	5
4	SINTESI DEGLI ELEMENTI COSTITUTIVI DELL’OPERA IN PROGETTO	12
5	L’AREA DI INDAGINE	17
5.1	REGIONE FLUVIALE INFLUENZATA DAL PRELIEVO (SVILUPPO LONGITUDINALE) SECONDO LE LINEE GUIDA ...	22
5.2	PRESENZA DI AREE PROTETTE, SITI NATURA 2000, SITI DI RIFERIMENTO E OBIETTIVI DI QUALITÀ AI SENSI DELLA DIRETTIVA ACQUE.....	22
6	L’ECOSISTEMA FLUVIALE: STATO DI FATTO.....	23
6.1	INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI NOTEVOLI.....	23
6.2	MORFOLOGIA.....	23
6.3	HABITAT FLUVIALE	27
6.4	IDROLOGIA.....	37
6.5	LA MODELLIZZAZIONE FLUVIALE.....	48
6.6	QUALITÀ CHIMICO - FISICA DELLE ACQUE.....	67
6.7	COMPONENTI BIOTICHE.....	69
7	ANALISI DEGLI IMPATTI SULL’ECOSISTEMA ACQUATICO E IPOTESI DI MITIGAZIONE – FASE DI CANTIERE.....	77
7.1	DEVIAZIONE DEL CORSO D’ACQUA.....	77
7.2	ESECUZIONE DI LAVORI ALL’INTERNO DELL’ALVEO	77
7.3	RISCHIO DI VERSAMENTO ACCIDENTALE DI SOSTANZE INQUINANTI.....	77
7.4	IMPEDIMENTO ALLA PERCORRIBILITÀ DOVUTO ALLA REALIZZAZIONE DI ATTRAVERSAMENTI.....	78
8	ANALISI DEGLI IMPATTI SULL’ECOSISTEMA ACQUATICO E IPOTESI DI MITIGAZIONE – FASE DI ESERCIZIO	79
8.1	IDROLOGIA: RIDUZIONE DELLA PORTATA NATURALE	79

8.2	IDROLOGIA: HYDROPEAKING	83
8.3	IDRAULICA DELLA CORRENTE E DURATE DI ALLUVIONAMENTO DELL'ALVEO	83
8.4	DIMINUZIONE DELLO SPAZIO VITALE PER LA FAUNA	84
8.5	MORFOLOGIA: EFFETTI SUL TRASPORTO SOLIDO E SULL'ALVEO	84
8.6	QUALITÀ CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE: DIMINUZIONE DELLA CAPACITÀ DI AUTODEPURAZIONE E DILUIZIONE DEGLI INQUINANTI	85
8.7	DIMINUZIONE DELLA CAPACITÀ DI OMEOSTASI TERMICA.....	85
8.8	INTERRUZIONE DELLA PERCORRIBILITÀ DELL'ALVEO DA PARTE DEI PESCI	85
8.9	VALUTAZIONE DELLE SOGLIE PREVISTE DALLE LINEE GUIDA RISPETTO AGLI EFFETTI SULLE COMPONENTI BIOTICHE.....	86
8.10	RIEPILOGO DELLA VALUTAZIONE DELLE SOGLIE PREVISTE DALLE LINEE GUIDA	89
8.11	INTERAZIONI CON GLI IMPIANTI DI DERIVAZIONE PREESISTENTI.....	90
9	CONCLUSIONI.....	93
10	METODOLOGIE DI INDAGINE.....	95
10.1	STUDIO DELL'HABITAT FLUVIALE	95
10.2	MODELLIZZAZIONE DELL'HABITAT FLUVIALE	101
10.3	VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ MORFOLOGICA - MODELLIZZAZIONE IDROLOGICA	108
10.4	MONITORAGGIO IDROLOGICO	117
10.5	STUDIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE.....	121
11	BIBLIOGRAFIA.....	127

1 PREMESSA

Il Rio Arsa è oggetto di un progetto di derivazione idroelettrica nella sua parte terminale: il nuovo impianto prevede la captazione dei canali di restituzione delle due derivazioni in esercizio (i cui gestori sono Servizi Ecologi dell'Ossola ed Enel) nonché la restituzione della captazione futura dell'impianto denominato Solvalore, in iter di autorizzazione. L'impianto in progetto prevede inoltre la captazione della portata residua del rio Arsa, direttamente dall'alveo, a quota 256,23 m.s.l.m per essere utilizzata nei periodi di fuori servizio delle derivazioni sopra elencate e nei periodi di maggiore abbondanza idrica, solitamente in primavera ed autunno.

La restituzione delle acque turbinate è prevista direttamente nel Fiume Toce.

Il presente documento riguarda lo studio sull'ambiente fluviale del tratto terminale del Rio Arsa, effettuato nell'ambito del sopraccitato progetto e volto a valutare lo stato attuale del corso d'acqua per quanto riguarda le caratteristiche dell'habitat fluviale e la qualità chimico-fisica e biologica delle acque.

Particolare attenzione sarà data all'analisi di incompatibilità per prossimità dell'impianto in progetto, secondo l'articolo 15 ter del DPGR 9 marzo 2015 n° 2/R. L'impianto in progetto si colloca infatti in adiacenza alle restituzioni di altri impianti insistenti sull'asta del Rio Arsa.

Sulla base dei risultati dello studio ambientale verranno analizzati i potenziali impatti dovuti alla realizzazione di questo impianto e proposte ipotesi di mitigazione degli impatti verso la biocenosi fluviale.

Nell'analisi degli impatti, particolare attenzione sarà data al contesto ambientale del tratto terminale del Rio Arsa, caratterizzato da accentuato fenomeno di scorrimento in sub alveo presente nella conoide del torrente.

2 MODIFICHE AL REGOLAMENTO REGIONALE 23 LUGLIO 2003,N. 10/R

Le recenti modifiche al Regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10/R (Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica), contenute nel Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 marzo 2015, n. 2/R. (Abrogazione del regolamento regionale 14 marzo 2014, n. 1/R e revisione della disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica di cui al regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10/R), introducono il concetto di presunzione di incompatibilità per prossimità, di seguito descritta:

Art. 4.(Modifiche all'articolo 4 del r.r. 10/R/2003)

1. p ter) presunzione di incompatibilità per prossimità: la condizione che si determina nel caso di derivazione a scopo energetico la cui presa lungo un corso d'acqua naturale sia localizzata ad una distanza dalla restituzione di un'altra derivazione a scopo energetico, collocata a monte del nuovo prelievo sulla medesima asta fluviale, inferiore alla metà del tratto di alveo sotteso dalla derivazione di monte o comunque minore di un chilometro, oppure la cui restituzione sia localizzata ad una distanza inferiore ai limiti innanzi indicati dalla presa collocata a valle sul medesimo corso d'acqua;

...

Nel seguente Art. 15 del DPGR 9 marzo 2015 n.2/R viene richiesto quanto segue:

Art. 15 ter. (Presunzione di incompatibilità per prossimità)

*1. Qualora la domanda di derivazione ad uso energetico risulti in una delle condizioni di presunzione di incompatibilità per prossimità di cui all'articolo 4, comma 1, lettera p ter) in relazione ad una utenza a scopo energetico già assentita, detta presunzione può essere superata ove il proponente produca una **specificata documentazione utile a dimostrare la compatibilità della derivazione richiesta con le caratteristiche quantitative, qualitative e di conservazione degli habitat del corso d'acqua o, ove previsti, con il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti per i corpi idrici interessati.***

2. Qualora la presunzione di incompatibilità per prossimità della domanda sia riferita ad una derivazione a scopo energetico in corso di istruttoria alla data di presentazione dell'istanza, detta presunzione può essere superata ove il proponente produca la documentazione di cui al comma 1 in rapporto agli effetti previsti della derivazione ancora in corso di istruttoria.

3. Esaminata la documentazione prodotta dal proponente ai sensi dei commi 1 e 2, qualora l'autorità competente ritenga che la domanda di derivazione sia incompatibile con le caratteristiche quantitative, qualitative e di conservazione degli habitat del corso d'acqua o, ove previsti, con il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti per il corpo idrico interessato, pronuncia il diniego della concessione e dell'autorizzazione unica cui all'articolo 12 del d.lgs. 387/2003.

Di conseguenza, come anticipato, il presente studio si propone di valutare l'interferenza dei diversi impianti, esistenti ed in progetto) insistenti sull'asta fluviale del Rio Arsa, approfondendo in particolare l'effetto sinergico degli impianti idroelettrici sul tratto in esame.

3 FINALITÀ E CONTENUTI DELLE “LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE E IL MONITORAGGIO DELLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI CON L'ECOSISTEMA FLUVIALE”.

Vengono di seguito citati alcuni dei passi di maggiore rilievo nell'introduzione delle Linee Guida (LG), (Linee Guida della Regione Piemonte per la valutazione ed il monitoraggio della compatibilità ambientale degli impianti idroelettrici con l'ecosistema fluviale”, emanate con Deliberazione della Giunta Regionale 16 marzo 2015, n. 28-1194).

....

Si ricorda comunque che la complessità dell'ambiente non può prescindere dalla capacità di interpretare e contestualizzare i fenomeni sulla base di specifiche competenze ed esperienze in campo ingegneristico e in materia di ecosistemi fluviali. Le LG quindi vanno lette come uno strumento pensato per suggerire criteri utili di progettazione ai professionisti incaricati, nonché per fornire ai tecnici degli Enti preposti uno strumento di lavoro a supporto del processo autorizzativo, su alcune specifiche tematiche.

...

Le LG, quindi, non vanno in nessun caso a sostituirsi e non possono prescindere dalla valutazione specifica dell'Ente competente all'emissione dei provvedimenti autorizzativi. Per gli stessi motivi l'Ente competente potrà richiedere ulteriori indagini o monitoraggi di approfondimento, rispetto a quanto specificato nelle presenti LG, per rispondere a specifiche problematiche ambientali emerse nel corso dell'istruttoria o in funzione del particolare contesto territoriale di riferimento.

...

L'approccio alla valutazione ed alla previsione degli impatti su cui si fondano le Linee Guida è direttamente ispirato dai principi di valutazione e tutela integrata a scala di ecosistema fluviale dettati dalle politiche europee di tutela delle acque che, oltre alla Direttiva 2000/60/CE (WFD).

...

Caratteristiche peculiari delle LG sono:

- l'individuazione di metodi di valutazione e di monitoraggio scientificamente fondati per la stima dei principali impatti ambientali sull'ecosistema fluviale;
- la contenuta onerosità della raccolta dei dati necessari alla conduzione delle analisi e delle valutazioni in rapporto alla complessità degli ecosistemi fluviali oggetto di indagine;
- l'analisi integrata delle diverse componenti dell'ecosistema fluviale, garanzia di un metodo di valutazione complessivo robusto non sbilanciato solo su alcune componenti.

...

Le LG quindi riportano:

- *le indagini da effettuare e le metriche da applicare al fine di caratterizzare e quantificare gli impatti sui comparti ambientali bersaglio che costituiscono gli ecosistemi fluviali (idrologia, idraulica, morfologia, qualità chimico-fisica dell'acqua, habitat e comunità acquatiche e habitat e comunità presenti negli ambienti ripari);*
- *una metodologia di valutazione integrata dell'impatto complessivo sull'ecosistema fluviale ricorrendo, laddove possibile, a metodi predittivi e all'introduzione di soglie di impatto;*
- *i monitoraggi post-opera da effettuare al fine di monitorare nel tempo l'impatto dell'opera e di adottare, qualora necessario, le opportune contromisure per una sua riduzione.*
- *Le indicazioni sono riferite specificamente a tre distinte porzioni del corridoio fluviale che presentano tipologie di impatti potenziali marcatamente differenziate: il tratto a monte della presa, quello compreso tra presa e restituzione (tratto sotteso) ed il tratto a valle di quest'ultima.*

Si ritiene utile riportate anche le definizioni dell'ambito di studio previste dalle LG, di seguito riassunte.

Regione fluviale influenzata dal prelievo (Sviluppo longitudinale)

L'ambito di studio in senso longitudinale viene suddiviso in tre porzioni, caratterizzati da tipologie di pressioni e di impatti diversi tra loro e differenziati in funzione della tipologia di impianto:

- *Tratto a monte della derivazione, avente estensione pari a circa 1/3 del tratto sotteso, anche se l'estensione precisa dovrà dipendere dalle caratteristiche dell'impatto morfologico e idraulico verso monte delle opere di presa e di trattenuta.*
- *Tratto sotteso, definito dalle caratteristiche topografiche dell'impianto.*
- *Tratto a valle della restituzione. Nel caso di presenza di hydropeaking il tratto da considerare a valle della restituzione deve estendersi per una lunghezza tale da comprendere il punto di immissione di affluenti che contribuiscano con un valore medio complessivo che raggiunga almeno ½ della portata media del corso d'acqua alla restituzione. Nel caso di assenza di hydropeaking il tratto a valle si deve estendere per almeno ½ della lunghezza del tratto sotteso.*

Corridoio fluviale (Sviluppo trasversale)

L'ambito di studio in senso trasversale è definito dal corridoio fluviale, inteso come il territorio

influenzato dalla presenza del corso d'acqua (comprende alveo attivo, barre, piana inondabile, sponda).

Ambito di applicazione

Le presenti LG forniscono una disamina di metodologie e metriche per la valutazione degli impatti sugli ecosistemi fluviali a scala locale o di asta fluviale generati dalla realizzazione e gestione di impianti

idroelettrici ad acqua fluente e impianti con bacino di regolazione oraria delle portate ubicati sul territorio dei Comuni facenti parte delle Unioni montane definite ai sensi della l.r. 3/2014 nonché dei Comuni non aderenti a tali Unioni ma precedentemente inclusi in una Comunità montana, che rientrino almeno in una delle seguenti casistiche:

1. derivazioni idroelettriche la cui portata massima derivabile risulti eccedente la portata media annua naturale del corso d'acqua calcolata alla sezione di presa;
2. derivazioni idroelettriche da canali artificiali (subderivazioni) solo nel caso in cui comportino un aumento della portata concessa, del periodo di prelievo dal corso d'acqua naturale che alimenta il canale o del tratto sotteso;
3. impianti per la produzione di energia idroelettrica sottoposti alla fase di valutazione nell'ambito della procedura di VIA di cui all'art. 12 della l.r. 40/1998.

Le Linee Guida non si applicano:

- ai fini dell'effettuazione della verifica di cui all'art. 10 della l.r. 40/1998;
- agli impianti per la produzione di energia idroelettrica che utilizzano traverse esistenti senza modificare la quota del pelo libero della corrente a monte e che non comportano la sottensione di tratti di alveo naturale.

...

Per i prelievi ubicati su corsi d'acqua tipizzati o su questi incidenti, deve essere inoltre verificato che gli effetti derivanti dalla realizzazione dei nuovi impianti, cumulati con quelli prodotti dalle alterazioni antropiche derivanti da infrastrutture esistenti o comunque autorizzate, non siano in contrasto con il raggiungimento degli obiettivi di qualità ai sensi della WFD. L'analisi del rischio di non raggiungimento di tali obiettivi dovrà essere condotta secondo le metodologie messe a punto da ARPA Piemonte reperibili sul sito istituzionale dell'Agenzia.

Quanto illustrato dalle LG, in relazione alle caratteristiche tipologiche e localizzative degli impianti qui considerati, costituisce un indirizzo ai fini della produzione della documentazione richiesta ai sensi del Regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10/R e s.m.i. e della l.r. 40/1998.

Le LG si applicano anche ai rinnovi delle concessioni.

Approccio multidisciplinare

Le LG si contraddistinguono per un approccio multidisciplinare dal momento che richiedono competenze in diversi comparti ambientali. Per tale motivo è presupposto essenziale all'applicazione delle LG che le indagini, le valutazioni e i monitoraggi siano effettuati da un gruppo di lavoro multidisciplinare competente ed esperto nelle diverse discipline coinvolte.

...

Detti studi dovranno inoltre essere sempre corredati con i dati di input utilizzati nei modelli e le schede di analisi compilate nell'applicazione delle varie metriche (supportate, dove necessario, da idonea cartografia e documentazione fotografica), in modo da rendere tracciabile e ripercorribile il

percorso che ha condotto alla valutazione degli impatti presentata.

Individuazione e analisi dei comparti ambientali bersaglio

Per valutare gli impatti generati sulle componenti biotiche dalla presenza di una derivazione in un corso d'acqua, è quindi necessario individuare un complesso di indicatori e metriche finalizzate non solo alla valutazione del grado di alterazione delle comunità (acquatiche e riparie), ma anche alla valutazione dell'impatto sulle componenti ecosistemiche che, oltre all'idrologia, influenzano direttamente lo stato delle comunità.

...

Nella scelta delle metriche, inoltre, sono di estrema utilità quelle che prevedono un approccio integrato sia relativamente allo sviluppo monte-valle del corso d'acqua, sia al corridoio fluviale nel suo complesso.

Di seguito si riporta un elenco delle metriche e degli indicatori **suggeriti** dalle LG, suddivisi per comparto ambientale.

IDROLOGIA

- **Curva di durata ante opera** delle portate associata alle condizioni dell'alveo precedenti la costruzione dell'opera (p.e. utilizzando il protocollo del progetto RENERFOR).
- Andamento delle **portate medie mensili** tipiche del regime idrologico del corso d'acqua considerato
- Calcolo del DMV.
- Regole di funzionamento impianto.
- **Curva di durata post opera** delle portate nel tratto compreso tra derivazione e restituzione dovuta all'effetto dei prelievi idrici.
- **Intensità dell'hydropeaking** (rapporto Q_{max}/Q_{min} su scala oraria, giornaliera e settimanale).

IDRAULICA DELLA CORRENTE E DURATE DI ALLUVIONAMENTO DELL'ALVEO

Caratteristiche geometriche e idrauliche in un numero significativo di transetti (o sezioni idrauliche) in ragione della complessità morfologica e idraulica del sito, infittendole laddove necessario per una corretta simulazione idraulica. Alcuni dei transetti scelti per la simulazione idraulica dovranno coincidere con i transetti scelti per le analisi ambientali (sezioni notevoli). A tal fine alcune sezioni dovranno essere poste anche a monte del manufatto di presa e a valle della restituzione.

Lo strumento per valutare le durate è un **modello numerico monodimensionale** della corrente idraulica, da tarare preferibilmente con 2 portate. Le valutazioni, basate sulla modellizzazione di almeno

una decina di portate significative scelte sulla curva di durata, riguarderanno le variazioni *ante/post opera* di:

- durata di asciutto/bagnato delle diverse porzioni dell'alveo e delle sponde, ossia variazioni della durata dei contorni bagnati;
- durata della profondità della corrente e della larghezza della superficie libera;
- velocità della corrente;
- valutazione quote rigurgito a monte della presa in magra, morbida e piena;
- variazione dei parametri idraulici (altezza del battente, velocità media della corrente, ecc.) deve essere stimata in condizioni di portata di diversa durata, specialmente per i regimi di magra (Q274 e inferiori), per ogni sezione notevole.

MORFOLOGIA

- Studio qualitativo della morfologia del tratto di corso d'acqua interessato dai cambiamenti morfologici indotti dall'impianto stesso (a monte e a valle dell'opera di presa). Il metodo di riferimento per tale studio è l'IQMm – Indice di Qualità Morfologica per il monitoraggio (IDRAIM Sistema di valutazione IDR morfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua - Manuale ISPRA, giugno 2014).
- Dati geometrici, idraulici, granulometrici e morfologici nelle sezioni scelte per la simulazione del **modello matematico morfodinamico**.

QUALITÀ FISICO-CHIMICA DELLE ACQUE

- Localizzazione di tutti gli elementi di pressione.
- Integrazione dei dati ufficiali (ARPA, Regione, Provincia, etc.) esistenti
- Almeno 3 stazioni di monitoraggio (monte presa, valle presa, valle restituzione) oltre ad eventuali a valle di principali fonti di impatto.
- Periodicità: 4 campionamenti all'anno secondo DM 260/2010, possibilmente comprendendo magra, media annua e momento di massimo carico antropico.
- Parametri base: LIMeco, BOD5, COD, temperatura, conducibilità, azoto totale, ortofosfato e in presenza di scarichi urbani anche Escherichia coli.

LE COMPONENTI BIOTICHE

Le rilevazioni devono essere effettuate, in base all'indagine prevista a livello di **intero tratto** o in porzioni significative e rappresentative (sezioni notevoli), di estensione longitudinale pari a circa 500 m. Per ciascun tratto devono essere individuate **almeno 2 sezioni notevoli**, delle quali una "rappresentativa" ed una "critica"

(quest'ultima è dove si verifica la massima variazione di larghezza bagnata tra magra e morbida), escludendo le zone artificializzate (se poco diffuse).

L'individuazione delle sezioni notevoli su cui effettuare i rilievi biologici si deve basare sullo studio delle sezioni utilizzate per le analisi idrauliche, in particolare sul contorno bagnato.

All'interno delle sezioni notevoli devono essere applicate metodologie che, a loro volta, prevedono un rilievo su transetti allargati (possibilmente 100 m).

Indagini da effettuare sull'intero tratto:

- Indice di Funzionalità Fluviale (IFF);
- Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) potenziale;
- Inventario delle tipologie vegetali e di uso del suolo presenti nel corridoio fluviale (con rilievo della fisionomia, struttura ed ampiezza delle formazioni riparie);
- Individuazione di formazioni di rilievo ecologico-funzionale riconducibili a habitat acquatici e palustri, habitat igrofilo di margine, habitat di greto ed habitat arboreo arbustivo a legnose dominanti.

Indagini da effettuare nelle sezioni notevoli (500 m):

- Ampiezza alveo di magra, morbida, piena (1 transetto rappresentativo per ogni sezione notevole);
- Ampiezza del corridoio fluviale;
- Presenza e abbondanza di **microhabitat**: 2 transetti allargati (100m) per ogni sezione notevole;
- Rilievo della **comunità macrobentonica** mediante campionamento a **transetto** (1 transetto rappresentativo per ogni sezione notevole);
- Rilievo della **comunità macrobentonica** mediante campionamento **multihabitat** proporzionale (1 transetto rappresentativo per ogni sezione notevole);
- Rilievo della composizione e struttura della **comunità ittica** (1 transetto rappresentativo per ogni sezione notevole);
- Rilievo quali-quantitativo delle **macrofite acquatiche** (1 transetto per ogni sezione notevole).

Metodi da applicare ai risultati delle indagini di campo:

- Dimensioni del bacino sotteso alla sezione di derivazione;
- Presenza di Siti Natura 2000 interferiti dalla regione fluviale influenzata dal prelievo;

- Localizzazione dell'intervento in Corpi Idrici che costituiscono Aree Protette ai sensi della
- Direttiva "Acque" 2000/60/CE53;
- Localizzazione dell'intervento in Siti di Riferimento (designati o proposti) ai sensi della
- Direttiva "Acque" 2000/60/CE e di altri siti di interesse collettivo in senso lato;
- Presenza nota di inquinanti specifici;
- Estensione delle tipologie a totale coerenza ecologica e dipendenti dal livello di integrità ecologica;
- Presenza ed estensione di formazioni di rilievo ecologico funzionale;
- Presenza di specie di interesse conservazionistico;
- Indice di Funzionalità Fluviale e Indice di Funzionalità Fluviale relativo.
- Indice di Funzionalità Fluviale;
- Indice di Funzionalità Fluviale relativo;
- Domanda 10 dell'IFF - Idoneità Ittica
- Ampiezza degli alvei di magra, di morbida, di piena ordinaria
- Ampiezza del corridoio fluviale;
- Lunghezza del contorno bagnato;
- IASPT - **Iberian Average Score Per Taxon**;
- **STAR_ICMi**;
- Stima della **biomassa ittica**;
- Subindice f2 - Condizioni Biologiche dell' ISECI;
- **IBMR**;
- Presenza e abbondanza di specifici gruppi funzionali macrofitici;
- Estensione delle tipologie a totale coerenza ecologica e dipendenti dal livello di integrità ecologica;
- Presenza, estensione e caratteristiche (struttura, composizione floristica, ecc.) delle formazioni di rilievo ecologico funzionale;
- Presenza di specie di interesse conservazionistico;
- **Indice di Funzionalità Fluviale**;
- **Indice di Funzionalità Fluviale relativo**;
- Subindice funzionalità della vegetazione perifluviale IFF;

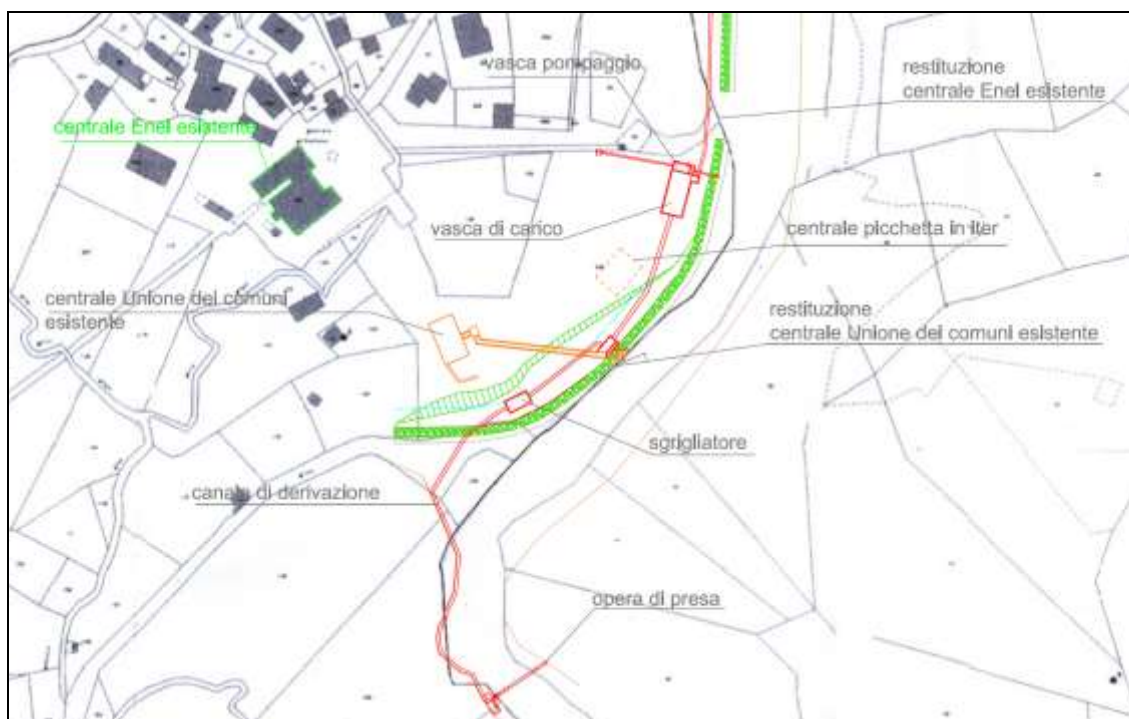
- Subindice funzionalità morfologica IFF;
- Domanda 11 dell'IFF – Idromorfologia;
- Domanda 10 dell'IFF - Idoneità Ittica;
- Presenza e abbondanza di **microhabitat** caratteristici in ambito acquatico;
- Presenza e abbondanza di **mesohabitat** caratteristici in ambito acquatico, di greto e di sponda.

4 SINTESI DEGLI ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'OPERA IN PROGETTO

La derivazione d'acqua oggetto di analisi riguarda il progetto di un nuovo impianto idroelettrico sulla parte terminale del Rio Arsa, che prevede la captazione dei canali di restituzione delle due derivazioni in esercizio (Servizi Ecologi dell'Ossola ed Enel) nonché la captazione della restituzione dell'impianto denominato Solvalore in iter di autorizzazione.

L'impianto in progetto prevede inoltre la captazione della portata residua del rio Arsa, direttamente dall'alveo, a quota 256,23 m s.l.m., per essere utilizzata nei periodi di fuori servizio delle derivazioni sopra elencate e durante le morbide della stagione primaverile ed autunnale. La portata massima derivabile complessiva sarà di 1200 l/s.

Figura 4.1: stralcio della planimetria delle opere in progetto, tratta dalle tavole del progettista. In cui si possono notare l'ubicazione dell'opera di presa e delle centrali preesistenti.



Il bacino imbrifero del Rio Arsa, sotteso all'opera di presa posta a quota 256,23 m.s.l.m., ha un'estensione pari a 17,92 kmq.

All'interno di questo bacino, insistenti sull'opera di presa in progetto, vi sono due concessioni di derivazione d'acqua a scopo idroelettrico esistenti ed uno in istruttoria, con le seguenti caratteristiche:

- impianto di proprietà dei Servizi Ecologici dell'Ossola (S.E.O.)
 - bacino imbrifero sotteso pari a 10,01 kmq
 - opera di presa sui rii della Porta e Vallaro a quota 999,00 m.s.l.m
 - opera di presa sul rio Arsa a quota 670,60 m.s.l.m
 - restituzione a quota 253,00 m.s.l.m
 - portata massima derivabile sui rii della Porta e Vallaro pari a 280,00 l/sec
 - portata media derivabile sui rii della Porta e Vallaro pari a 96,00 l/sec
 - portata massima derivabile sul rio Arsa pari a 90,00 l/sec
 - portata media derivabile sul rio Arsa pari a 46,00 l/sec
 - inoltre dallo scarico dell'edificio centrale, esclusivamente per le acque provenienti dal Rio Arsa, una portata massima di prelievo di 90,00 l/sec ed una portata media di prelievo di 20,00 l/sec per uso potabile
- impianto di proprietà Enel
 - bacino imbrifero sotteso pari a 4,20 kmq
 - opera di presa sul rio Arsa a quota 969,70 m.s.l.m
 - restituzione a quota 247,20 m.s.l.m
 - portata media pari a 151 l/sec
- impianto di proprietà Solvalore in istruttoria
 - bacino imbrifero sotteso pari a 2,44 kmq
 - opera di presa sul rio Arsa a quota 485,90 m.s.l.m
 - restituzione a quota 244,50 m.s.l.m
 - portata massima derivabile sul rio Arsa pari a 700,00 l/sec
 - portata media derivabile sul rio Arsa pari a 201,80 l/sec

Vi è inoltre un quarto impianto, in fase di valutazione :

- impianto "Mazzucchero", che intende derivare il Rio Arsa ad una quota di 1267 m s.l.m.; la centrale sarà realizzata a quota 972.5 m s.l.m., rilasciando le acque appena prima della presa Enel.

In considerazione degli impianti esistenti e degli impianti in istruttoria il bacino imbrifero residuo disponibile all'opera di presa dell'impianto in progetto posta a quota 256,23 m.s.l.m ha un'estensione di 1,27 kmq.

I dati di concessione saranno:

Quota opera di presa	m.s.l.m. 256,23
Pelo libero vasca di carico	m.s.l.m. 246,85
Quota restituzione	m.s.l.m. 215,58
Salto disponibile	H = 31,27 m
Portata media derivata	Q = 583,20 l/s
Portata massima derivabile	Q = 1200 l/s

Viene di seguito presentata la descrizione delle opere, tratta dalla relazione tecnica del progettista.

La zona interessata dalle opere in progetto si sviluppa quasi totalmente a tergo dell'arginatura sinistra esistente del Rio Arsa interessando particolarmente i territori all'abitato di Rumianca in Comune di Pieve Vergonte

L'impianto previsto è del tipo ad acqua fluente, senza capacità di accumulo. L'opera di presa sarà del tipo a derivazione laterale con traversa in alveo in muratura di cemento armato occultata con la posa di blocchi pietra prevalentemente reperiti in alveo; la soglia di presa sarà realizzata a quota 256,23 m.s.l.m.

L'opera di presa sarà dotata di una paratoia principale, della luce netta di cm 160, posta sul corpo della traversa, di una paratoia dissabbiatrice di larghezza pari a cm 100 posta all'interno del canale sghiaiatore e di una paratoia di sicurezza della luce di cm 120 posta in testa al canale derivatore.

L'opera di presa sarà inoltre dotata di uno stramazzo regolatore per la limitazione della portata massima derivabile, di una tubazione in acciaio DN 180 mm e di una feritoia 100 x 25 cm per il rilascio del DMV modulato.

L'acqua derivata attraverserà il griglione in acciaio posto a lato della presa stessa e verrà incanalata in una tubazione in acciaio DN 900 con funzione di canale derivatore per l'alimentazione della vasca dissabbiatrice e sgrigliatrice posta a quota 254,90 m.s.l.m.

Il canale derivatore si svilupperà in sponda orografica sinistra per circa 118 metri fino a raggiungere la vasca dissabbiatrice e sgrigliatrice.

Per limitare il prelievo d'acqua al valore massimo di concessione è stato previsto, all'interno dell'opera di presa laterale, un ciglio sfiorante avente la funzione di limitatore della portata e di controllo del rilascio modulato.

Secondo quanto prescritto nella DPGR 25 giugno 2007 n°7/R la misura in continuo della portata derivata lungo la condotta forzata sarà realizzata con sensore magnetico.

A valle dell'opera di presa ad una distanza di circa 118 mt. verrà realizzata una vasca in c.a. avente dimensioni interne pari a 8,00 x 4,00 x hmedia 2,50 mt avente la funzione di dissabbiare e sgrigliare le acque provenienti dal Rio Arsa.

La scelta di realizzare la vasca dissabbiatrice ad una notevole distanza dall'opera di presa è dettata da esigenze morfologiche dei luoghi che non permettono di mantenere la vasca nei pressi dell'opera di presa.

Il manufatto sarà quindi realizzato a tergo dell'arginatura esistente del Rio Arsa in sponda orografica sinistra e sarà dotata di impianto automatico di sgrigliatura e di uno sfioratore di sicurezza della lunghezza di 5 metri in grado di smaltire completamente la portata in arrivo dall'opera di presa.

La vasca sarà dotata di uno scarico di fondo azionato mediante paratoia 60 x 80 per il periodico allontanamento delle sabbie.

A lato della vasca dissabbiatrice è prevista l'edificazione di un piccolo locale per l'alloggiamento della centralina idraulica e dei quadri elettrici di comando dello sgrigliatore.

Il pelo libero dell'acqua nella vasca dissabbiatrice sarà a quota 254,90 m.s.l.m.

Ad una distanza di circa 30 metri dalla vasca dissabbiatrice sopra citata ed ad una quota altimetrica del pelo libero di 246,85 verrà edificato il pozzetto per l'intercettazione della portata proveniente dalla restituzione della centrale dei Servizi Ecologici dell'Ossola.

La quota di sfioro delle acque restituite da S.E.O nel Rio Arsa avviene a 246,71 m.s.l.m., il progetto prevede la posa di un pancone, all'interno del canale di restituzione esistente, di altezza pari a cm 14 per favorire il deflusso della portata idrica verso il nuovo manufatto. Questo lieve innalzamento è compatibile con le quote delle macchine della centrale S.E.O. e non creerà nessun disagio al defluire delle acque di restituzione.

Ad una distanza di circa 50 mt. dal pozzetto di intercettazione delle acque provenienti dalla centrale esistente S.E.O. verrà realizzata una vasca in c.a. avente dimensioni interne pari a 15,00 x 7,00 x h 3,00 mt. alimentata mediante una tubazione metallica, posata in esecuzione interrata, DN 1200.

All'interno del manufatto è prevista una stazione di pompaggio per il sollevamento della portata idrica restituita dalla centrale Enel esistente.

La quota di sfioro delle acque di restituzione della portata Enel è pari a 242,61 mentre il pelo libero della vasca di carico è previsto a quota 246,85 per cui sarà necessario un sollevamento di 4,24 mt.

Per l'intercettazione della portata idrica proveniente dalle opere di restituzione della centrale Enel è previsto esclusivamente un abbassamento del fondo del canale esistente di cm 50 per favorire il convogliamento della portata verso la camera di sollevamento della vasca di carico. Questo consentirà non avere nessuna interferenza negativa con le strutture Enel esistenti.

Sul lato nord-ovest della vasca di carico sarà previsto un pozzetto prefabbricato delle dimensioni pari a 120 x 120 della portata idrica proveniente dall'impianto idroelettrico Solvalore in iter di autorizzazione.

Il manufatto si completa mediante la realizzazione di un piccolo locale, al di sopra della partenza della condotta forzata, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche che comandano la stazione di pompaggio ed i comandi elettrici per la regolazione.

La condotta forzata sarà costituita da una tubazione saldata in acciaio DN 900 e avrà uno sviluppo complessivo di 930 mt. di cui 918 mt. in esecuzione interrata e 12 mt. in esecuzione esterna per l'attraversamento dello scarico delle acque turbinate dalla centrale esistente di Enel.

Il tratto in esecuzione esterna saranno posati su appositi appoggi costituiti da blocchi di pietra che si inseriranno nella sistemazione ambientale della vasca di carico

I primi 150 metri di condotta saranno in esecuzione interrata a tergo dell'arginatura del Rio Arsa in sponda orografica sinistra fino a raggiungere la strada provinciale n 161/1 nei pressi del Ponte stradale; in questo punto si procederà al taglio dell'asfalto ed alla posa della condotta forzata.

La condotta forzata proseguirà in esecuzione interrata a tergo dell'arginatura in sponda sinistra per circa 280 metri fino ad raggiungere la galleria del canale idroelettrico della società Tessengerlo dove è previsto l'attraversamento in sub alveo del Rio Arsa per poi proseguire a tergo dell'arginatura destra per 180 m fino alla Statale 33 del Sempione.

Il superamento della statale 33 del Sempione sarà eseguito utilizzando l'area sottostante il viadotto esistente senza quindi interferire con le strutture dell'arteria viaria.

Superata la strada Statale n° 33 del Sempione la condotta forzata punterà, con andamento rettilineo per circa 285 metri fino a raggiungere l'edificio centrale.

La costruzione della centrale di produzione avrà dimensioni esterne 11,60 x 7,10 ed un'altezza di metri 5,40 sotto gronda. La copertura è prevista con un tetto a due falde e l'aspetto complessivo del fabbricato richiamerà le tipologie degli edifici rurali. All'interno del fabbricato verranno installate due turbine Francis con potenza di targa ciascuna pari a 200 kW, due generatori asincroni da 200 kW e tensione 400 V, i quadri di regolazione e di controllo mentre il trasformatore ad olio 400 V/15.000V sarà posizionato all'esterno sotto il portico e protetto da una struttura in grigliato metallico.

Il fabbricato centrale sarà edificato ad una distanza di circa 15 metri dall'arginatura destra del Rio Arsa ed a una distanza di circa 75 metri dall'alveo attivo del fiume Toce.

Per garantire un maggiore livello di sicurezza del nuovo fabbricato si prevede l'innalzamento del piano campagna di 1,50 metri in modo da realizzare un dislivello tra la quota di magra del fiume Toce (213,48 m.s.l.m.) e la quota di ingresso del fabbricato (220.55 m.s.l.m) di metri 7,07.

Antistante al fabbricato centrale e sempre in esecuzione rialzata di metri 1,50 dal piano campagna esistente verrà realizzato un piazzale di manovra la cui finitura sarà in marino stabilizzato.

Il canale di restituzione si svilupperà in esecuzione interrata per i primi 50 metri circa mediante l'utilizzo di un manufatto prefabbricato in cemento armato di sezione 2,00 x h 2,00 per poi proseguire per gli ulteriori 37 metri a cielo libero all'interno di un'incisione artificiale con il fondo in blocchi di pietra.

5 L'AREA DI INDAGINE

Il Rio Arsa è un affluente di destra del F. Toce, che scorre interamente nel Comune di Pieve Vergone; nasce a circa 1700 m s.l.m. di quota e confluisce nel F. Toce a circa 200 m s.l.m., dopo un percorso piuttosto scosceso lungo oltre 7 km. Il tratto interessato dal presente progetto di derivazione è situato nella porzione terminale del torrente e costituisce il 16.8% dell'intera asta.

Il punto di presa è previsto a quota 256 m s.l.m., mentre la restituzione avverrà direttamente nel Fiume Toce, in adiacenza alla foce del Rio Arsa, a quota 215 m s.l.m.

Nel tratto derivato il torrente attraversa l'abitato di Rumianca, viene attraversato dalla Strada Provinciale n°161 e dalla SS n°33 del Sempione, viene inoltre sottopassato dal canale idroelettrico della società Tessenderlo (mediante galleria).

Il tratto sotteso all'opera in progetto è inoltre caratterizzato da diverse forme di alterazione morfologica, con presenza diffusa di opere trasversali (briglie) e massicciate di contenimento longitudinali, anche cementate.

Il bacino imbrifero del Rio Arsa sotteso dall'opera di presa si trova invece in condizioni di elevata naturalità, con copertura forestale di latifoglie, conifere e prateria alpina; la presenza antropica è molto modesta, con rari alpeggi e baite. Su questo bacino insistono peraltro due impianti idroelettrici, mentre un terzo è in istruttoria, come precedentemente descritto. Gli scarichi di questi impianti recapitano nei pressi dell'opera di presa ed il progetto prevede di derivare queste portate.

Figura 5.1: profilo longitudinale dell'alveo del Rio Arsa e del tratto interessato dal progetto di derivazione

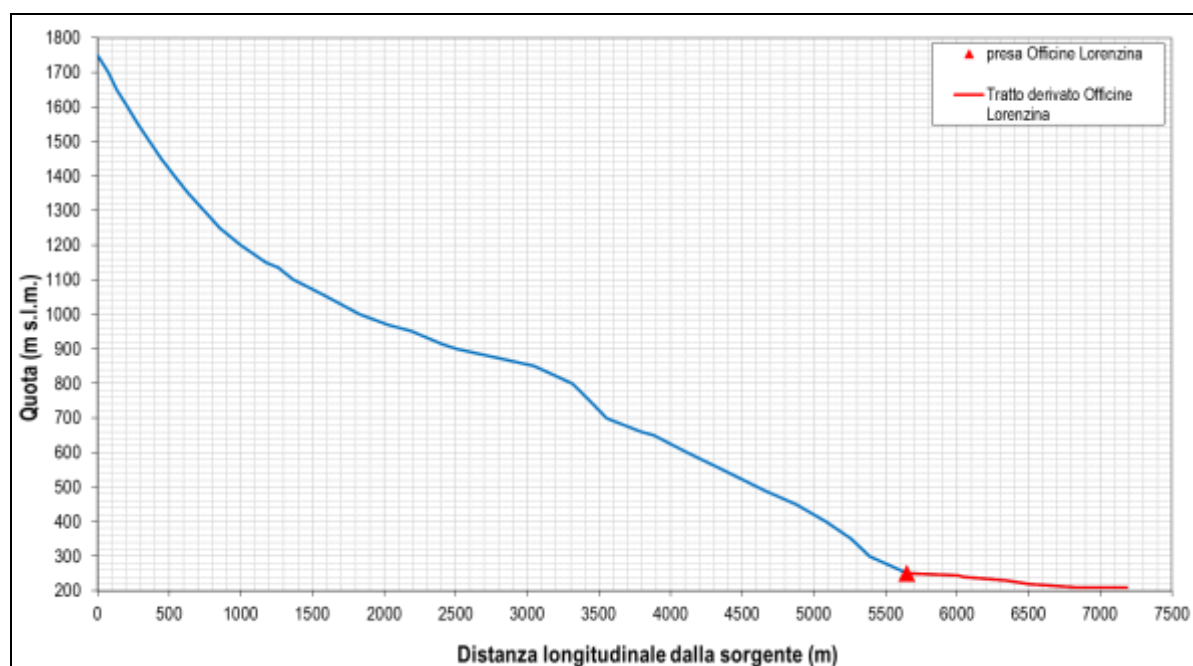


Tabella 5.1: caratteristiche del Rio Arsa e del tratto oggetto di derivazione

Parametro	Rio Arsa	Tratto derivato
Lunghezza (m)	7186	1210
Quota iniziale (m s.l.m.)	1750	256
Quota finale (m s.l.m.)	215	215
Dislivello (m)	1540	41
Pendenza (%)	21.4	3.38

Figura 5.2: inquadramento del tratto derivato (in colore rosso), delle opere previste e dei tratti monitorati (in verde i rilievi del 10 marzo e 20 maggio 2016, in blu i rilievi del 3 maggio 2016)

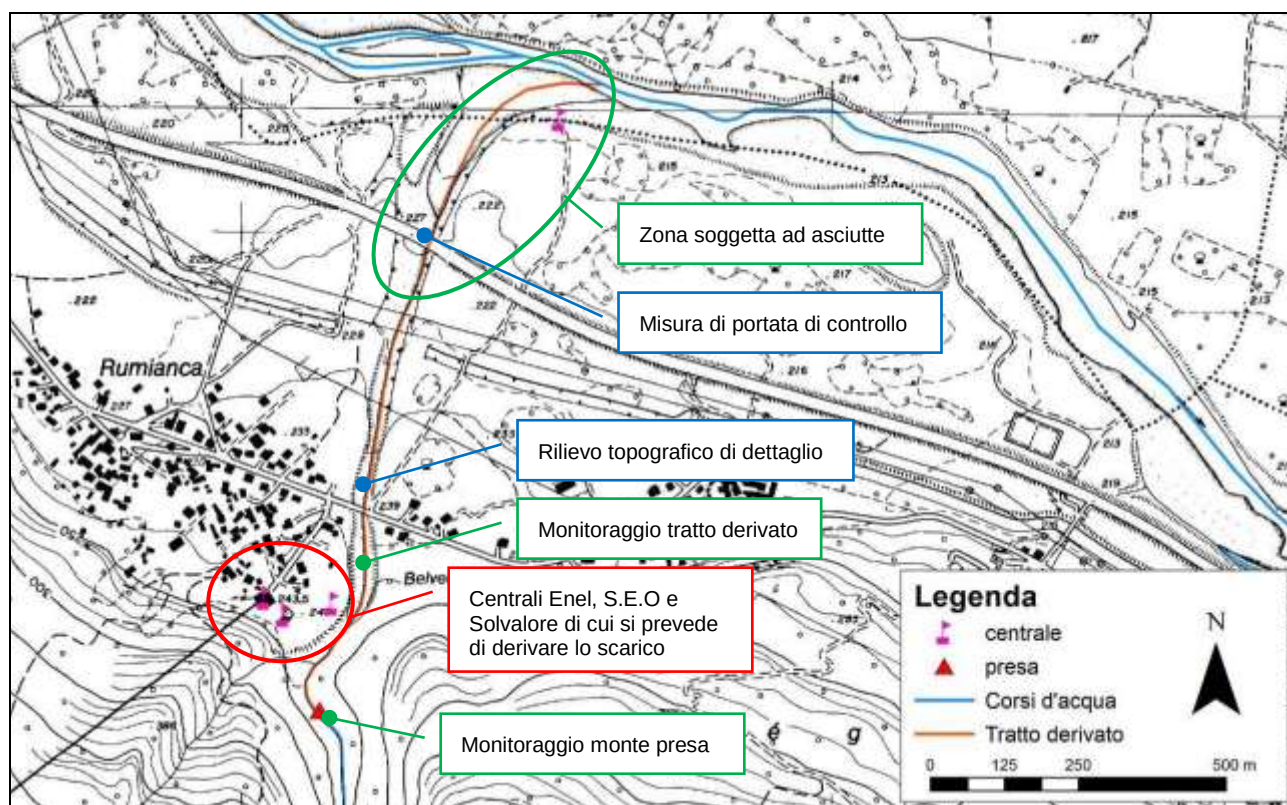


Figura 5.3: inquadramento del tratto interessato dal progetto (in colore rosso) del bacino del Rio Arsa su ortofoto



Figura 5.4: panoramica del tratto terminale del Rio Arsa, costituito da un ampio conoide ghiaioso soggetto a fenomeni di subalveo. Allo stato attuale il tratto non subisce derivazioni



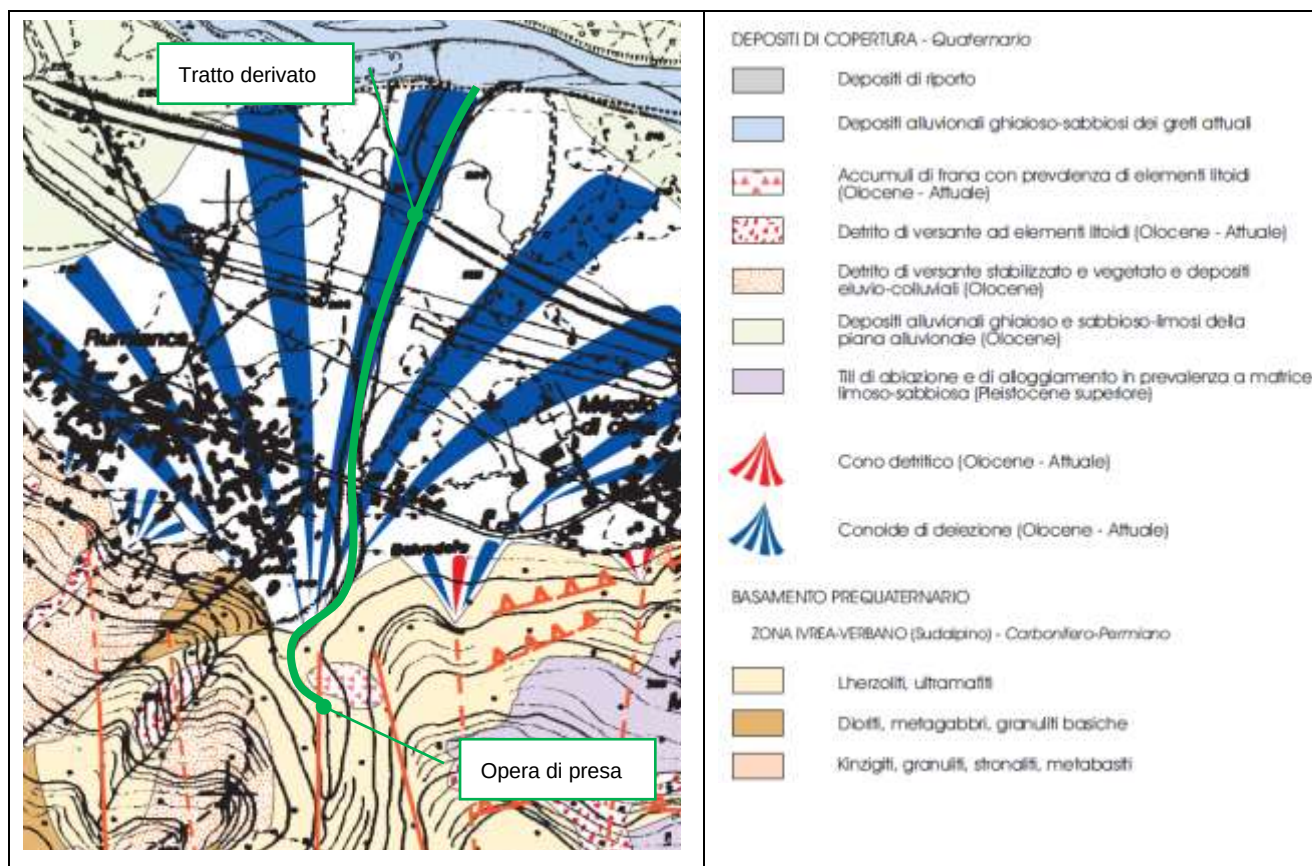
Il tratto interessato è lungo circa 1210 m, di cui oltre 800 sono soggetti a fenomeni intensi di subalveo, che determinano asciutte anche complete dell'alveo.

L'ultimo tratto, a partire dal sottopasso del canale Tessenderlo, è soggetto a lunghi periodi di asciutta dovuta a fenomeni di subalveo nonostante il ripristino delle portate naturali dovuto al rilascio delle centrali di proprietà Enel ed S.E.O.

La situazione sopra descritta è imputabile alla presenza della conoide del T. Arsa, costituito da sedimenti permeabili, che facilitano i fenomeni di infiltrazione in subalveo della portata superficiale. Si riporta di seguito uno stralcio cartografico tratto dalla "Carta Geologica della Variante generale al PRGC" del Comune di Pieve Vergone, che mostra l'ubicazione della conoide rispetto al tratto di progetto.

Si nota che solo la prima porzione del tratto derivato si trova in corrispondenza di un'emersione del basamento prequaternario, mentre il resto si trova in corrispondenza della conoide di deiezione del T. Arsa.

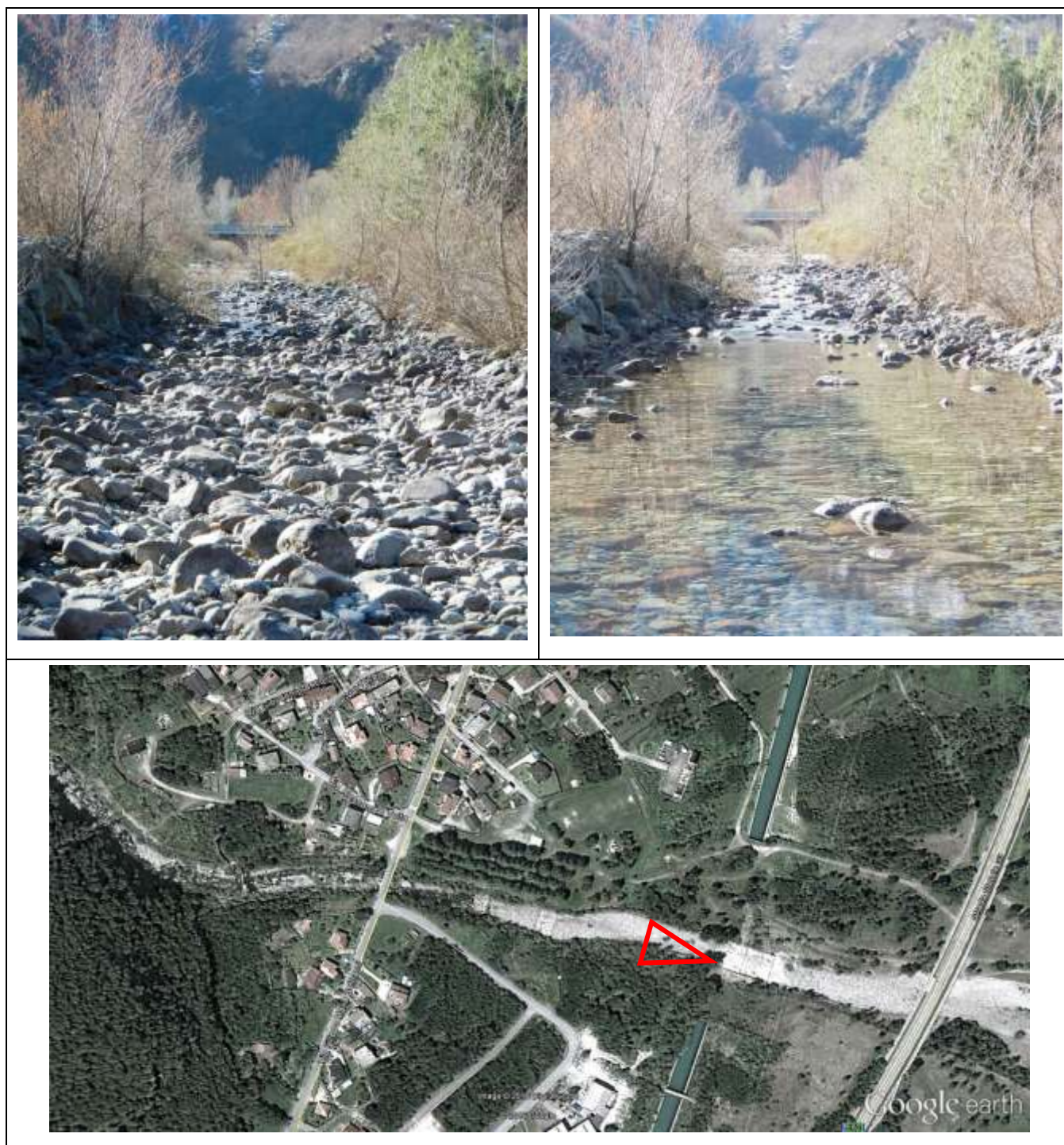
Figura 5.5: ubicazione del tratto derivato rispetto alle formazioni geologiche presenti.



Durante i rilievi si è inoltre osservato che i rilasci delle centrali idroelettriche che insistono sul T. Arsa presentano scarichi discontinui, probabilmente dovuti al rilascio da vasche di carico collegate agli impianti idroelettrici.

Di seguito si riportano due immagini, scattate a distanza temporale di pochi minuti, immediatamente a monte del sottopassaggio del canale Tessenderlo, che mostra l'effetto di hydropeaking di questi scarichi sul corso d'acqua.

Figura 5.6: effetti dell'attivazione del rilascio delle centrali idroelettriche esistenti e punto di vista delle immagini riportate. Le due immagine sono state riprese a pochi minuti di intervallo l'una dall'altra.



5.1 REGIONE FLUVIALE INFLUENZATA DAL PRELIEVO (SVILUPPO LONGITUDINALE) SECONDO LE LINEE GUIDA

Le LG prevedono che l'ambito di studio in senso longitudinale sia suddiviso in tre porzioni, caratterizzati da tipologie di pressioni e di impatti diversi tra loro e differenziati in funzione della tipologia di impianto: un tratto a monte della derivazione, un tratto sotteso, e un tratto a valle.

Nel caso del presente SIA, le analisi sono state limitate a due porzioni:

- Una nel tratto sotteso a valle zona di presa ed a valle dell'attuale restituzione delle centrali Enel ed S.E.O.
- Una poco a monte della derivazione. Questa stazione verrà utilizzata quale riferimento, infatti l'effetto dell'opera di presa verso monte sarà sostanzialmente nullo, in relazione alle caratteristiche della stessa, che non prevede lacustrizzazione del torrente; peraltro, la pendenza elevata avrebbe comunque limitato notevolmente l'estensione spaziale di un eventuale rigurgito verso monte.

La restituzione delle acque turbinate avviene direttamente nel F. Toce. Non si prevede di monitorare la zona a valle dello scarico che non potrà risentire in modo significativo di questo scarico di portata massima di molto inferiore alla portata media del F. Toce.

5.2 PRESENZA DI AREE PROTETTE, SITI NATURA 2000, SITI DI RIFERIMENTO E OBIETTIVI DI QUALITÀ AI SENSI DELLA DIRETTIVA ACQUE

Il tratto terminale del Rio Arsa, a valle del ponte con la SS33 del Sempione, è inserito nella ZPS IT1140017 "Fiume Toce".

La conoide del Rio Arsa si presenta priva di vegetazione e costituita da un ampio greto ciottoloso. Questo ambiente è tipico della ZPS "Fiume Toce", in cui prevalgono ambienti di greto colonizzati da vegetazione erbacea ed arbustiva rada.

Si evidenzia che l'alveo del Rio Arsa in questa zona è soggetto a lunghi periodi di subalveo, per cui la derivazione si inserisce in un contesto ambientale già caratterizzato da penuria d'acqua e non caratterizzato da ambienti umidi di rilievo.

Il Rio Arsa è un corpo idrico tipizzato dal Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po 2015 con il codice: **01SS1N025PI**. E' soggetto a obiettivi di qualità ai sensi della "Direttiva Acque" 2000/60/CE. Obiettivo ECOLOGICO PdG Po 2015 al 2015: **"buono"**.

Non costituisce inoltre un Sito di Riferimento (designato o proposto) ai sensi della medesima direttiva.

6 L'ECOSISTEMA FLUVIALE: STATO DI FATTO

In questo capitolo è riportata la descrizione dell'ecosistema fluviale del tratto di Rio Arsa interessato dal progetto di derivazione, articolata secondo i comparti ambientali bersaglio previsti dalle LG.

6.1 INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI NOTEVOLI

Le LG prevedono il monitoraggio, per ciascuna porzione di studio, in due cosiddette “sezioni notevoli”; una dovrebbe essere rappresentativa della morfologia complessiva del tratto, l'altra dovrebbe essere collocata in una zona particolarmente vulnerabile al prelievo idrico (alveo piatto, con forti escursioni di area bagnata in relazione alla variazione di portata). Il tratto oggetto di studio presenta una morfologia peculiare, dovuta alla pendenza elevata e ai versanti vallivi scoscesi nel primo tratto, che varia repentinamente entrando nella conoide del Rio Arsa fino alla foce, con diminuzione della pendenza e alveo progressivamente più ampio, sebbene artificializzato.

Al momento del rilievo, gran parte del tratto a minor pendenza risultava in asciutta. Questo tratto è particolarmente vulnerabile alle condizioni di secca pur trovandosi in regime di portata naturale.

Di conseguenza sono state scelte zone rappresentative delle due formazioni peculiari, quella a maggior pendenza nei pressi della presa e quella a minor pendenza, anche in considerazione del fatto che il tratto è relativamente breve, essendo lungo circa 1.2 km. Considerati questi elementi, si ritiene che il posizionamento delle stazioni di campionamento, rappresentative del tratto a monte dell'opera di presa e del tratto derivato descrivano adeguatamente ai fini della sua caratterizzazione biologica (Figura 5.2).

Per quanto riguarda gli indici relativi all'habitat fluviale o alla morfologia dello stesso, le indagini sono state estese a tutto il tratto oggetto della derivazione in progetto.

6.2 MORFOLOGIA

La valutazione della qualità morfologica del corso d'acqua viene effettuata secondo quanto presentato nel manuale IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Versione aggiornata 2016 (ISPRA).

Come presentato nel paragrafo relativo alla “**Valutazione di impatto di opere**” (valutazione di impatto di una singola opera o intervento, sia durante la fase progettuale che nella fase successiva alla sua realizzazione), si possono impiegare diversi tipi di analisi geomorfologiche con grado di complessità crescente:

(1) Valutazione di impatto attraverso l'*IQMm*: tale procedura può essere impiegata per una prima valutazione degli impatti di qualunque nuovo intervento.

- (2) Valutazione tramite il *SUM* ed i relativi indici: tale metodo permette di valutare gli impatti sulle unità morfologiche, quindi sugli habitat fisici.
- (3) Monitoraggio e analisi delle tendenze temporali di parametri morfologici.
- (4) Valutazione degli impatti dell'opera sulle portate solide attraverso la quantificazione dei bilanci di sedimenti: tale procedura si utilizza nel caso di opere che possono avere un impatto sulla continuità longitudinale delle portate solide (ad es., impianti idroelettrici a serbatoio, briglie di trattenuta, ecc.).
- (5) Modellistica idrodinamica e morfodinamica: tale approccio può essere utilizzato per quantificare nel dettaglio gli impatti che un'opera può avere sul campo di moto della fase liquida e sulla morfologia dell'alveo.
- (6) Modellistica di habitat: è un approccio utile per quantificare l'effetto sugli habitat di particolari tipi di impatto o di interventi di riqualificazione.

Allo stato attuale della progettazione dell'opera risulta particolarmente interessante una **Valutazione di impatto attraverso l'IQMm**

L'*IQMm* è uno strumento particolarmente adatto per la valutazione dei possibili impatti dell'opera in fase di progetto in quanto, a differenza dell'*IQM*, è stato sviluppato proprio per essere sensibile agli impatti di interventi che hanno piccola estensione spaziale rispetto al tratto. Si realizza una *valutazione ante operam*, che coincide con lo stato attuale del corso d'acqua, ed una *valutazione post operam*, che ipotizza come varieranno gli indicatori morfologici a seguito della realizzazione dell'intervento e li quantifica in termini di *IQMm*.

La valutazione dello stato di qualità ed evoluzione delle unità morfologiche (*SUM*) risulta poco indicativo per il tratto in esame, siccome lo stesso risulta già particolarmente alterato e poco modificabile.

L'applicazione dell'*IQMm* è stata effettuata considerando due diverse tipologie fluviali all'interno del tratto derivato.

Il primo tratto di Rio Arsa, dall'opera di presa fino a circa 200 m a monte del ponte della strada provinciale a Rumianca, è stato classificato come "confinato", in ragione della vicinanza dei versanti all'alveo.

Il tratto più basso è invece classificato come "non confinato" in ragione della presenza della conoide e del collegamento della stessa alla piana del Fiume Toce.

Si riporta di seguito la suddivisione nei due tratti del corso d'acqua.

Figura 6.1: suddivisione in tratti per l'applicazione dell'IQMm



L'applicazione dell'IQMm ai due tratti porta i risultati di seguito riassunti dalle tabelle restituite dai fogli di lavoro che permettono di calcolare in automatico questo indice.

Tratto Confinato, dall'opera di presa all'inizio della piana alluvionale della conoide del Rio Arsa

Sub-indice di Funzionalità

SFm	$F1m+...+F13m$	19,16
SNa(Fm)	$\Sigma [Max(Fi) non applicati]$	6,00
SMax(Fm)	$Max(F1m)+...+ Max(F13m)$	51,00
(SFm)max	$SMax(Fm)-SNa(Fm)$	45,00

IAMFm	$SFm / (Sm)max$	0,11
(IAMFm)max	$(SFm)max / (Sm)max$	0,26
IQMFm	$[(SFm)max / (Sm)max] - IAMFm$	0,15

Sub-indice di Artificialità

SAm	$A1m+...+A12m$	26,53
SNa(Am)	$\Sigma [Max(Ai) non applicati]$	0,00
SMax(Am)	$Max(A1m)+...+ Max(A12m)$	125,00
(SAm)max	$SMax(Am)-SNa(Am)$	125,00

<i>IAMAm</i>	$SAm / (Sm)_{max}$	0,16
<i>(IAMAm)max</i>	$(SAm)_{max} / (Sm)_{max}$	0,74
<i>IQMAm</i>	$[(SAm)_{max} / (Sm)_{max}] - IAMAm$	0,58

TOTALE

Stotm	$SFm + SAm$	45,70
SNam	$SNa(Fm) + SNa(Am)$	6,00
Max(Stotm)	$SMax(Fm) + SMax(Am)$	176,00
(Sm)max	$(SFm)_{max} + (SAm)_{max}$	170,00

<i>IAMm</i>	$Stotm / (Sm)_{max}$	0,27
<i>IQMm</i>	$1 - IAMm$	0,73

Il risultato ottenuto è di uno **stato di qualità morfologica Buono**. Gli scostamenti dallo stato di riferimento sono prevalentemente dovuti a fattori di artificializzazione.

In dettaglio nell'ultima porzione di questo tratto sono presenti briglie di consolidamento e difese spondali, mentre il bacino sotteso da questo tratto è caratterizzato dalla presenza di traverse di presa delle centrali esistenti. Queste, pur essendo permeabili al trasporto solido, sottendono gran parte del bacino del Rio Arsa.

Tratto Non Confinato, sito nella conoide del Rio Arsa, fino alla foce

Sub-indice di Funzionalità

-

SFm	$F1m + \dots + F13m$	32,67
SNa(Fm)	$\Sigma [Max(Fi) non applicati]$	9,50
SMax(Fm)	$Max(F1m) + \dots + Max(F13m)$	55,50
(SFm)max	$SMax(Fm) - SNa(Fm)$	46,00

<i>IAMFm</i>	$SFm / (Sm)_{max}$	0,16
<i>(IAMFm)max</i>	$(SFm)_{max} / (Sm)_{max}$	0,23
<i>IQMFm</i>	$[(SFm)_{max} / (Sm)_{max}] - IAMFm$	0,07

Sub-indice di Artificialità

SAm	$A1m + \dots + A12m$	33,42
SNa(Am)	$\Sigma [Max(Ai) non applicati]$	0,00
SMax(Am)	$Max(A1m) + \dots + Max(A12m)$	152,50

(SAm)max	$S_{Max}(Am) - S_{Na}(Am)$	152,50
IAMAm	$S_{Am} / (S_m)_{max}$	0,17
(IAMAm)max	$(S_{Am})_{max} / (S_m)_{max}$	0,77
IQMAm	$[(S_{Am})_{max} / (S_m)_{max}] - IAMAm$	0,60

TOTALE

Stotm	$S_{Fm} + S_{Am}$	66,09
SNa	$S_{Na}(Fm) + S_{Na}(Am)$	9,50
Max(Stotm)	$S_{Max}(Fm) + S_{Max}(Am)$	208,00
(Sm)max	$(S_{Fm})_{max} + (S_{Am})_{max}$	198,50

IAMm	$Stotm / (S_m)_{max}$	0,33
IQMm	$1 - IAMm$	0,67

Il risultato ottenuto è di uno **stato di qualità morfologica Moderato o Sufficiente**. Gli scostamenti dallo stato di riferimento sono prevalentemente dovuti a fattori di artificializzazione.

In particolare gran parte del tratto è contenuto entro argini vicini all'alveo. La presenza di difese spondali, anche impermeabili, è molto elevata, determinando anche una rettificazione dell'alveo stesso.

Per lo stesso motivo le fasce vegetate fluviali funzionali sono piuttosto limitate.

In considerazione di quanto sopra esposto, il tratto di Rio Arsa in cui è previsto il progetto in esame risulta, ad esclusione dei primi 200 metri, già in condizioni non ottimali, dovute all'artificializzazione dello stesso.

Un'eventuale riduzione della variabilità delle portate, dovuta alla messa in esercizio dell'impianto in progetto, non potrebbe in ogni caso peggiorare ulteriormente la qualità morfologica del tratto.

Sono infatti già presenti soglie e briglie in alveo che influenzano le risposte relative alla morfologia del letto fluviale. Questi parametri sono gli unici, ascrivibili alle modifiche apportate dall'installazione dell'opera di presa di un nuovo impianto idroelettrico, che potrebbero influenzare il risultato finale dell'indice IQMm.

L'impianto in progetto non è in grado di variare parametri quali le portate formative del corso d'acqua o le dinamiche fluviali che, come già detto, sono già particolarmente compromesse a causa dell'artificializzazione del tratto e alle condizioni naturali di subalveo.

6.3 HABITAT FLUVIALE

Per la valutazione degli aspetti relativi all'ambiente fluviale, ed in particolare sullo stato di naturalità di alveo e sponde, sono stati applicati gli indici IFF e Habitat Assessment.

Per quanto riguarda l'applicazione del protocollo IFF, in accordo con le LG, è stato applicato anche l'Indice di Funzionalità Fluviale Potenziale, volto all'applicazione dell'IFF Relativo, secondo la metodica di Dallafior et al, 2011.

Seguono le tabelle di applicazione degli indici e le relative rappresentazioni cartografiche dei tratti.

Tabella 6.1: legenda domande relative all'Indice di Funzionalità Fluviale

Legenda domande IFF:	
1-Stato del territorio circostante	8-Erosione delle rive
2-Vegetazione zona perifluviale	9-Sezione trasversale
3-Ampiezza zona perifluviale	10-Idoneità ittica
4-Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	11-Idromorfologia
5-Condizioni idriche dell'alveo	12-Componente Vegetale in alveo bagnato
6-Efficienza di esondazione	13-Detrito
7-Strutture ritenzione apporti trofici	14-Comunità macrobentonica

Tabella 6.2: Indice di Funzionalità Fluviale Potenziale del tratto derivato

Indice IFF: domande	Tratto Presa-fine forra		fine forra- scarico ENEL		scarico ENEL- inizio abitato		inizio abitato - bosco in dx		da bosco a ponte/canale		ponte canale		sottopasso canale- foce	
	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
2	1	25	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
3	1	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
4	1	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	15
5	20		20		20		20		20		20		5	
6	1		15		15		15		15		15		25	
7	25		25		25		25		25		25		25	
8	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
9	15		20		20		20		20		20		20	
10	25		25		25		25		25		25		25	
11	15		20		20		20		20		20		20	
12	15		15		15		15		15		15		15	
13	15		15		15		15		15		15		15	
14	20		20		20		20		20		20		20	
Punteggio totale	199	246	290	285	290	285	290	285	290	285	290	285	285	285
Classe	II-III	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Come si può vedere dai risultati, l'IFF Potenziale fa rientrare quasi tutto il tratto in "I classe" di qualità, pari ad un giudizio di qualità "Ottimo". Il primo tratto presenta delle naturali limitazioni della funzionalità fluviale dovute alla morfologia del corso d'acqua, tra pareti verticali rocciose.

Si nota, nell'ultimo tratto, l'attribuzione di un basso punteggio alla domanda 5 (condizioni idriche dell'alveo) la situazione è dovuta al fatto che probabilmente anche in condizioni naturali la zona è soggetta a subalveo. In ogni caso questo punteggio non comporta l'abbassamento dello stato di qualità del tratto.

Tabella 6.3: Indice di Funzionalità Fluviale del tratto derivato 10 marzo 2016

Indice IFF	Tratto Presa- fine forra		fine forra- scarico ENEL		scarico ENEL- inizio abitato		inizio abitato - bosco in dx		da bosco a ponte/canale		ponte canale		sottopasso canale-foce	
	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
1	25	25	5	25	5	25	5	5	5	20	20	20	20	20
2	1	25	1	25	1	5	5	5	5	10	1	1	25	25
3	1	15	1	15	1	10	5	5	5	10	1	1	10	10
4	1	10	5	10	5	5	5	5	5	10	1	1	5	5
5	5		5		5		5		5		1		1	
6	1		1		1		1		1		1		5	
7	25		25		15		15		15		1		15	
8	20	20	1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	15	15
9	15		5		5		5		5		1		15	
10	25		20		20		20		20		1		1	
11	15		20		15		15		15		1		1	
12	15		15		15		15		15		1		1	
13	15		15		15		15		15		1		1	
14	20		20		20		20		20		1		1	
Punteggio totale	184	231	139	221	124	157	132	132	132	162	33	33	116	116
Classe	II-III	II	III	II	III	III	III	III	III	III	V	V	III-IV	III-IV

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale dello stato di fatto evidenzia un netto peggioramento della classe di qualità fluviale rispetto alle condizioni potenziali. Solo il primo tratto, alla fine della forra, mantiene la funzionalità potenziale, a causa della condizione estrema delle fasce perifluviali, che non consentono alterazioni antropiche delle stesse.

La diminuzione dei punteggi è principalmente dovuta alle alterazioni delle fasce perifluviali in contesto antropico. Le fasce perifluviali sono spesso ridotte. Sono inoltre particolarmente estese le difese spondali, inoltre l'alveo è interrotto da una serie di briglie.

In corrispondenza del sottopassaggio del Canale Tessenderlo l'alveo risulta completamente artificializzato.

A partire da questo punto il rilievo effettuato in marzo evidenzia un ulteriore netto peggioramento dovuto alla completa asciutta del tratto fino in foce.

Vengono di seguito riportati su base cartografica i tratti descritti:

Figura 6.2: IFF Potenziale del tratto derivato

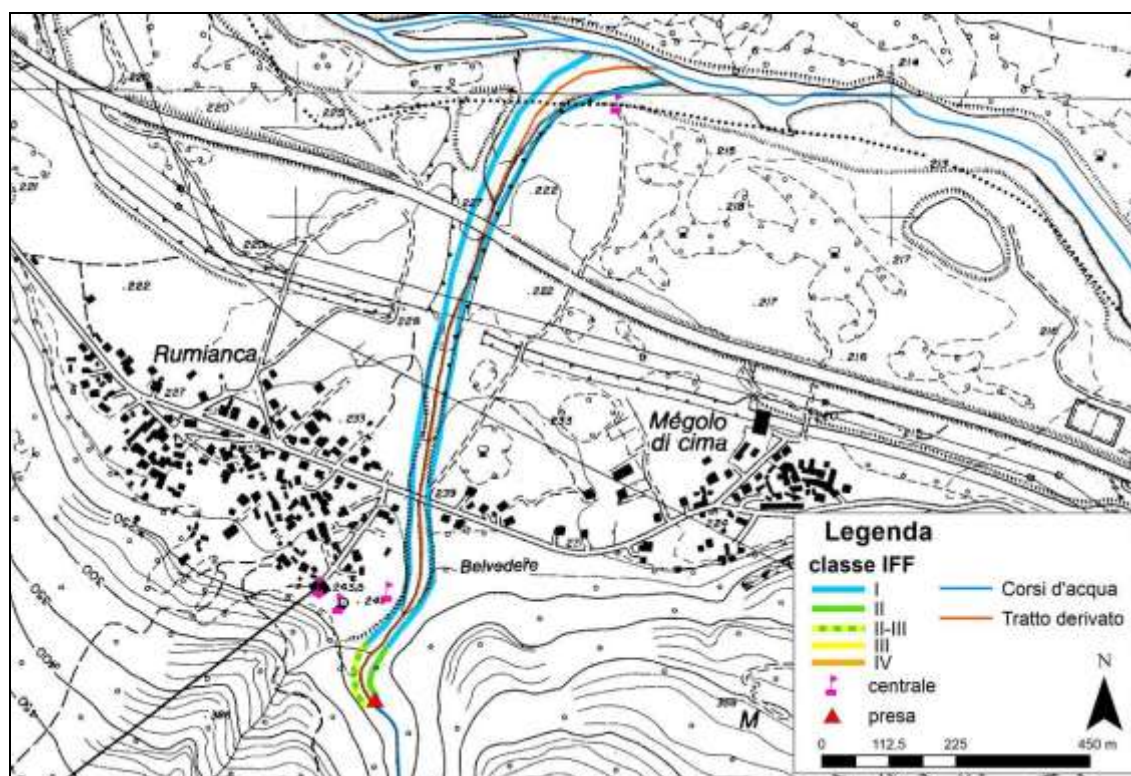


Figura 6.3: IFF Reale del tratto derivato

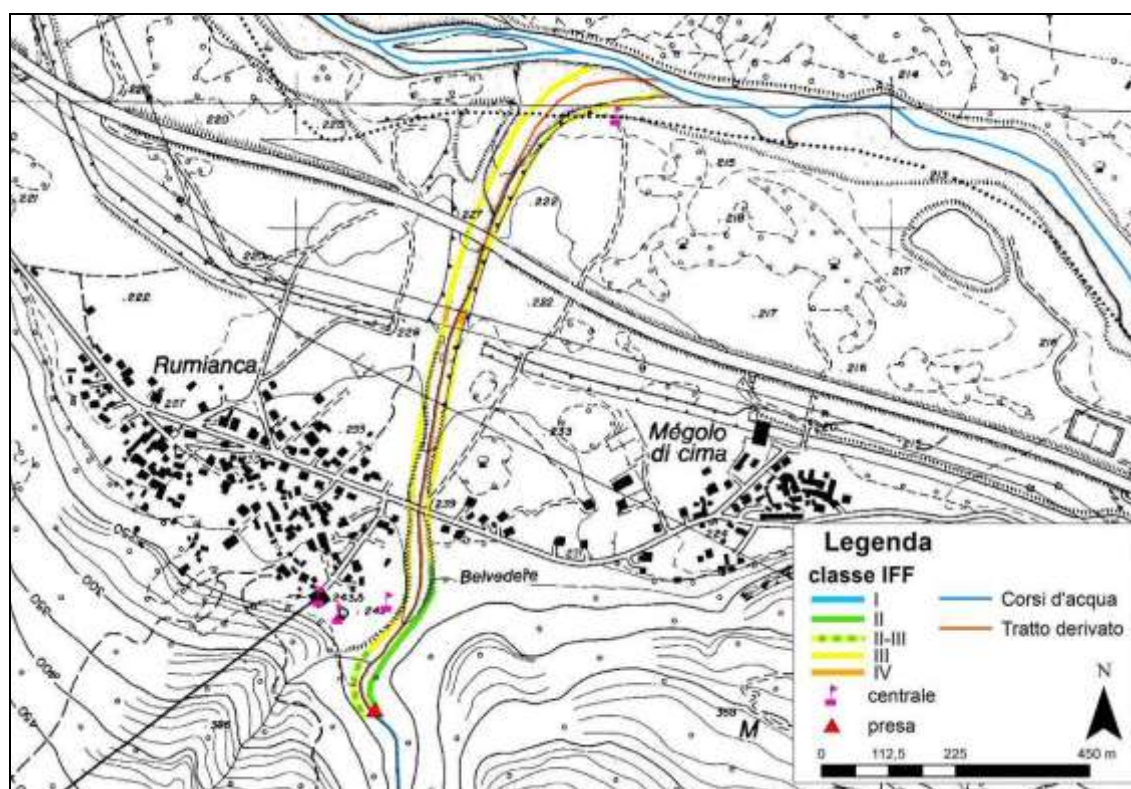
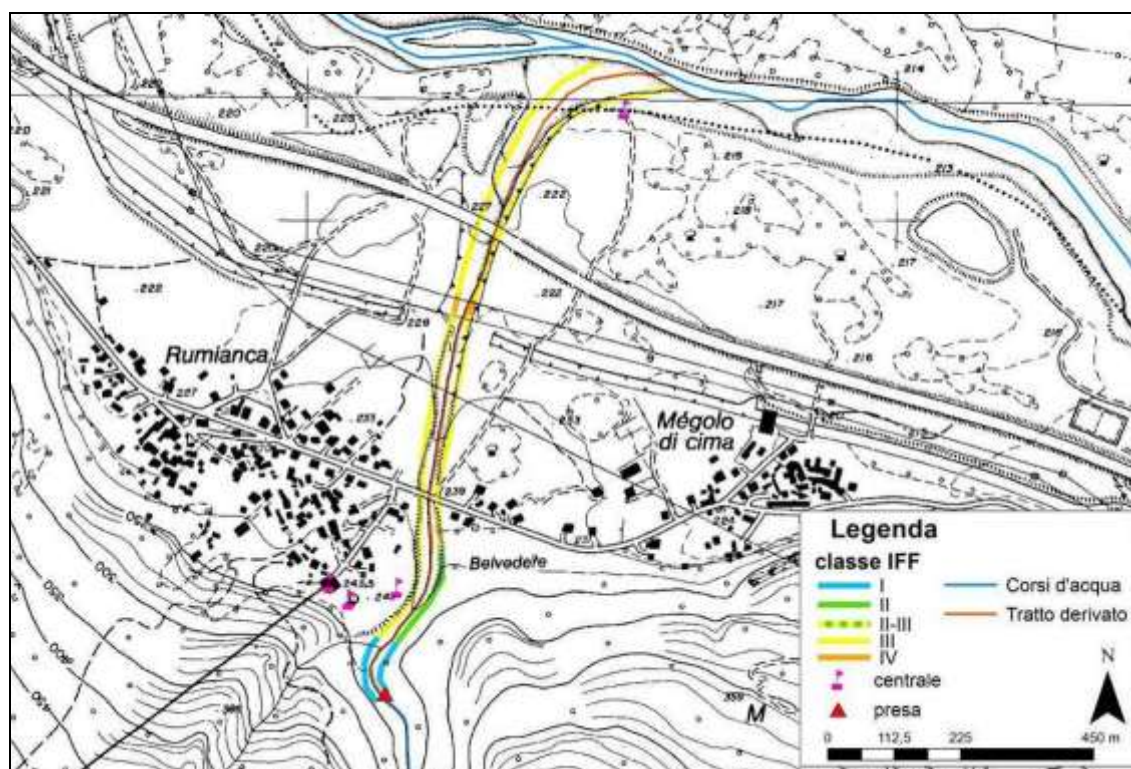


Figura 6.4: IFF Relativo del tratto derivato



L'applicazione del Protocollo Habitat Assessment, utilizzando come criterio di riferimento una situazione teorica con il massimo punteggio assoluto, è stato eseguito per i medesimi tratti analizzati per il protocollo IFF.

I punteggi rispecchiano quanto ottenuto con l'Indice di funzionalità Fluviale: il primo tratto presenta lievi peggioramenti dalla classe ottimale da ascrivere solo a fattori morfologici naturali. Nei tratti a seguire le condizioni idriche rinvenute al momento del rilievo risultano sempre più critiche, fino alla completa asciutta dell'alveo a partire dal sottopassaggio del Canale Tessenderlo (rilievo di marzo 2016).

La situazione determina un forte peggioramento della classificazione secondo il protocollo Habitat Assessment, tale per cui ben difficilmente la realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico potrà determinare un ulteriore calo dell'indice dovuto a parametri idraulici. La situazione di asciutta, riscontrata in marzo, si estende, secondo le informazioni reperite in loco, a molti mesi.

Contestualmente al rilievo effettuato in maggio 2016 la presenza di portate scorrenti anche a valle del sottopassaggio del Canale Tessenderlo eleva leggermente l'indice, pur mantenendo la classe di qualità più bassa per questi tratti.

Tabella 6.4: Habitat Assessment del tratto derivato 10 marzo 2016

Riva destra / riva sinistra	Tratto presa-fine forra		fine forra-scarico ENEL		scarico ENEL-inizio abitato		inizio abitato - bosco in dx		da bosco a ponte/canale		ponte canale		sottopasso canale- foce	
	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
1- Rifugi / substrato colonizzabile	17		12		12		12		12		0		0	
2- Embeddedness dei riffle	20		20		20		18		18		18		15	
3- Rapporto velocità / profondità	18		18		15		15		18		0		0	
4- Deposizione di sedimento	20		20		18		15		10		20		5	
5- Condizioni idrologiche dell'alveo	12		15		10		10		5		0		0	
6- Alterazioni dell'alveo	20		5		7		8		6		0		18	
7- Eterogeneità habitat / frequenza dei riffle	13		10		10		10		8		0		0	
8- Stabilità (condizione) delle sponde	9	9	2	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9- Protezione da vegetazione riparia	2	6	2	6	2	5	3	3	2	5	0	0	2	2
10- Ampiezza della zona riparia vegetata	2	6	2	6	2	5	3	3	2	5	0	0	5	5
Punteggio totale	154		127		110		104		95		42		56	
Punteggio percentuale	77		64		55		52		48		21		28	
Classe	II		III		IV		IV		IV		IV		IV	

Tabella 6.5: Habitat Assessment del tratto derivato 3 maggio 2016

Riva destra / riva sinistra	Tratto presa-fine forra		fine forra-scarico ENEL		scarico ENEL-inizio abitato		inizio abitato - bosco in dx		da bosco a ponte/canale		ponte canale		sottopasso canale- foce	
	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
1- Rifugi / substrato colonizzabile	17		12		12		12		12		0		6	
2- Embeddedness dei riffle	20		20		20		18		18		18		15	
3- Rapporto velocità / profondità	18		18		15		15		18		2		15	
4- Deposizione di sedimento	20		20		18		15		10		20		20	
5- Condizioni idrologiche dell'alveo	12		15		10		10		5		10		6	
6- Alterazioni dell'alveo	20		5		7		8		6		0		18	
7- Eterogeneità habitat / frequenza dei riffle	13		10		10		10		8		0		15	
8- Stabilità (condizione) delle sponde	9	9	2	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9- Protezione da vegetazione riparia	2	6	2	6	2	5	3	3	2	5	0	0	2	2
10- Ampiezza della zona riparia vegetata	2	6	2	6	2	5	3	3	2	5	0	0	5	5
Punteggio totale	154		127		110		104		95		54		113	
Punteggio percentuale	77		64		55		52		48		27		57	
Classe	II		III		IV		IV		IV		IV		IV	

Segue una documentazione fotografica dei diversi tratti analizzati, da monte verso valle.

Figura 6.5: tratto presso la prevista opera di presa. Si nota la sponda sinistra rocciosa e verticale



Figura 6.6: tratto poco a monte dello scarico di ENEL. Si vede la sponda sinistra protetta da una massicciata intasata da calcestruzzo ed in primo piano una briglia in massi e cemento



Figura 6.7: tratto poco a valle dello scarico di ENE, prima della zona antropizzata presso il ponte della strada provinciale. Le formazioni spondali sono limitate e dominate da alloctone (*Buddleja davidii*)



Figura 6.8: tratto sito tra l'inizio dell'abitato in sinistra idrografica e l'area boscata posta in destra idrografica. Le sponde sono sempre caratterizzate dalla presenza di massicciate, mentre la vegetazione perfluviale è dominata da alloctone. Sempre presenti anche le briglie trasversali.



Figura 6.9: tratto sito tra l'area boscata posta in destra idrografica ed il sottopasso del Canale tessenderlo. La fascia perfluviale della sponda destra idrografica risulta in condizioni migliori rispetto al tratto precedentemente rappresentato. Le difese spondali sono in massi non intasati



Figura 6.10: tratto completamente artificializzato in corrispondenza del sottopassaggio del Canale Tessenderlo.



Figura 6.11: tratto a valle del sottopassaggio del Canale Tessenderlo. Il tratto è piuttosto uniforme fino alla foce ed è costituito dalla conoide del Rio Arsa. L'alveo si presenta spesso in asciutta a causa dei fenomeni di subalveo dovuti alla permeabilità del substrato. Sono sempre presenti difese cementate che interrompono la continuità trasversale delle formazioni periglaciali



Tabella 6.6: Indice di Funzionalità Fluviale Relativo del tratto derivato

	Tratto Presa-fine forra		fine forra-scarico ENEL		scarico ENEL-inizio abitato		inizio abitato - bosco in dx		da bosco a ponte/canale		ponte canale		sottopasso canale-foce	
	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx	sx	dx
Punteggio totale	0,925	0,939	0,479	0,775	0,428	0,551	0,455	0,463	0,455	0,568	0,276	0,281	0,600	0,600
Classe	I	I	III	II	III	III	III	III	III	III	IV	IV	III	III

L'applicazione dell'IFF Relativo (considerando la situazione migliore, rinvenuta in maggio 2016) rispecchia la situazione descritta. In cui il primo tratto fluviale (fino alla fine della zona di forra) risulta allo stato di fatto in condizioni di naturalità prossime a quelle potenziali. Il tratto successivo risulta invece sensibilmente alterato.

Applicando una valutazione previsionale della funzionalità fluviale alla condizione post opera non risultano modificazioni dello stato attuale, in ragione del fatto che l'opera in progetto interverrà con minime e puntuali modificazioni del corridoio fluviale. L'unico parametro dell'indice suscettibile di modifiche da parte del progetto in esame riguarda la domanda n.5, relativa all'artificializzazione del regime idrologico del torrente.

In ogni caso anche allo stato attuale il regime idrologico è artificializzato fino allo scarico delle centrali esistenti.

Il nuovo impianto prolungherebbe il tratto soggetto a disturbi di portata indotti artificialmente fino alla foce. Di contro questo tratto, che al momento contiene tutta la portata naturale, è già soggetto a disturbi di portata molto intensi, con secche stagionali. **Di conseguenza non si prevede che il progetto possa far variare il punteggio attribuito a questa domanda.**

6.4 IDROLOGIA

Il comparto “idrologia” è stato sviluppato nel dettaglio nell’apposita “Relazione Idrologica” predisposta dai proponenti; in questo paragrafo vengono pertanto esposti i dati di sintesi più rilevanti ai fini delle valutazioni ambientali – ecologiche.

Il tratto di Rio Arsa, a valle degli scarichi delle due centrali attualmente in funzione, presenta una portata naturale con un andamento idrologico tipico di un torrente alpino (Figura 6.12): le portate massime annuali sono raggiunte in tarda primavera (maggio – giugno), al culmine del disgelo, mentre le portate minime si presentano in inverno (gennaio – febbraio), quando il bacino imbrifero è gelato e le precipitazioni sono prevalentemente nevose.

Il regime idrico è comunque influenzato dalle operazioni di fermo e accensione degli impianti, che determinano portate con quantitativi discontinui con fluttuazioni di breve periodo, come è stato descritto in Figura 5.6.

Il breve tratto, di circa 200 m, compreso tra l’opera di presa e gli scarichi delle citate centrali è invece caratterizzato da un regime idrico artificiale, condizionato dal DMV della centrale di proprietà dei Servizi Ecologici dell’Ossola. Come già detto l’opera di presa in progetto deriverà infatti solo in caso di fermo delle centrali sopra citate o di esubero idrico.

In considerazione del fatto che si prevede la captazione degli scarichi si considererà la portata naturale del torrente alla sezione dell’opera di presa, di seguito rappresentata come medie mensili e come ricostruzione della curva di durata delle portate. Le stime delle portate naturali sono avvenute secondo le formule di regionalizzazione, indicate nel PTA della Regione Piemonte.

Figura 6.12: regime idrologico naturale del Rio Arsa alla sezione di presa – dati calcolati per l'anno idrologico medio, tratti dalla Relazione Idrologica dei proponenti

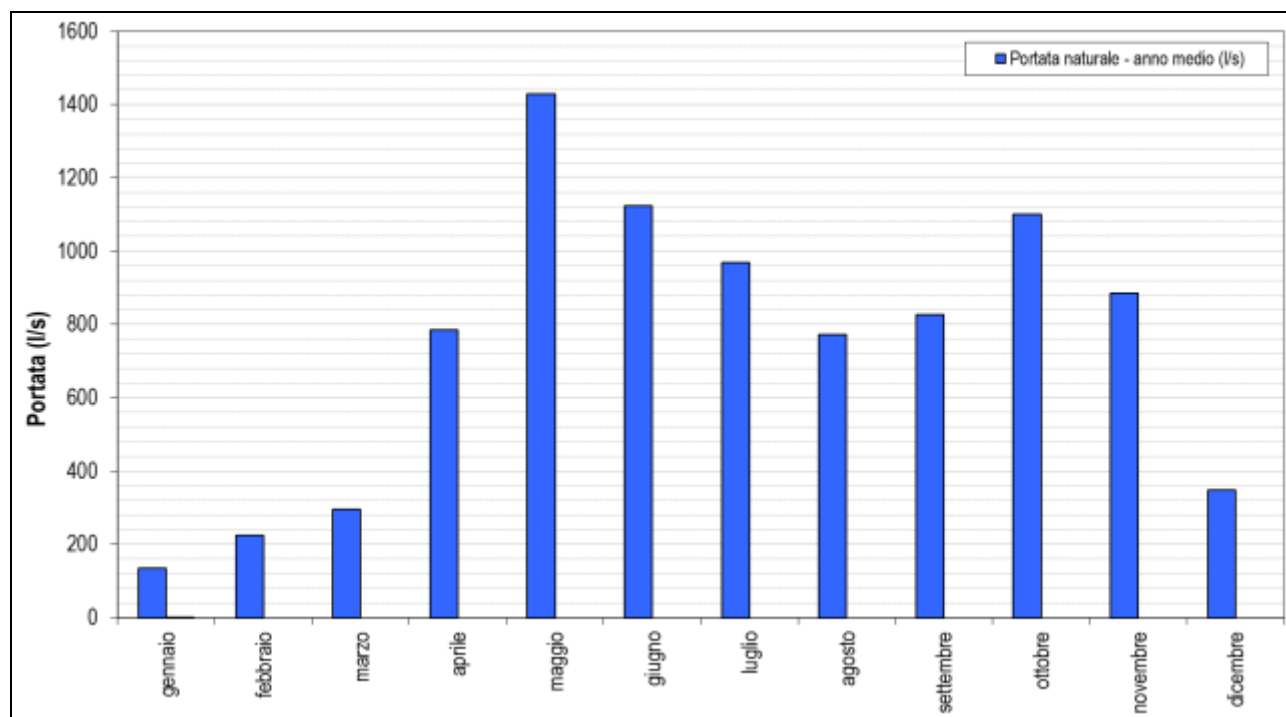
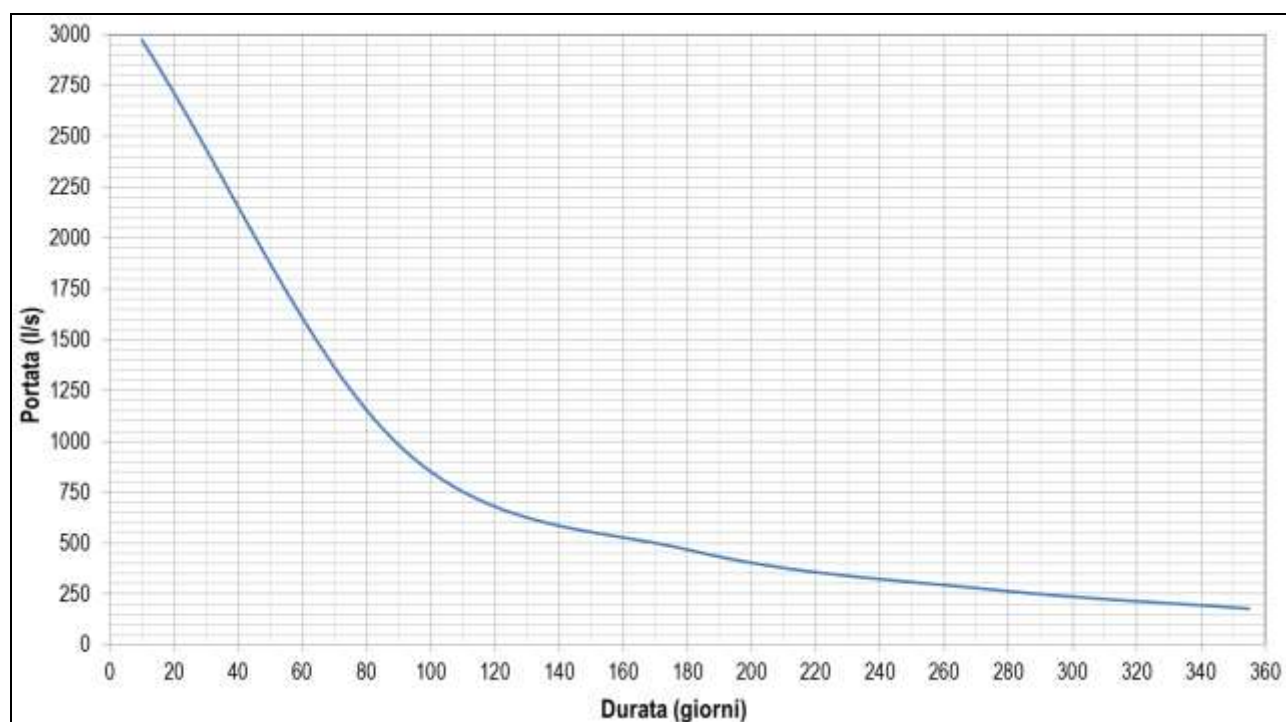


Figura 6.13: curva di durata delle portate naturali del Rio Arsa alla sezione di presa, tratta dalla Relazione Idrologica dei proponenti



6.4.1 MONITORAGGIO IDROLOGICO

Nell'ambito del primo rilievo, effettuato il 10 marzo 2016, volto alla caratterizzazione del tratto sono state effettuate due misure di portata fluente nel tratto oggetto di studio corrispondenti alle stazioni di monitoraggio della qualità chimica e delle componenti biotiche. La prima stazione è in corrispondenza della prevista opera di presa e la seconda all'interno del tratto derivato, a valle dei rilasci delle centrali preesistenti.

Le misure di portata sono state eseguite con correntometro "Sonteck/YSI FlowTracker", e i valori registrati sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 6.7. Valori di portata misurati in data 10 marzo 2016

stazione	Monte presa	Tratto derivato
Portata (l/s)	68,5	160,6

Si evidenzia l'effetto delle restituzioni delle centrali preesistenti, che incrementano notevolmente la portata nel tratto. Al momento del rilievo la portata in corrispondenza dell'opera di presa presentava valori inferiori al DMV di base, di conseguenza l'opera in progetto avrebbe derivato unicamente gli scarichi delle centrali preesistenti.

La situazione è rappresentativa di un periodo di magra invernale.

Figura 6.14. Sezioni e misura della portata in zona opera di presa (a sinistra) e nel tratto derivato (a destra)



In occasione del rilievo topografico di dettaglio, volto alla modellizzazione del tratto fluviale, effettuato in data 3 maggio 2016, sono state effettuate ulteriori due misure di portata.

La prima misura è stata effettuata nell'area di rilievo, a valle del ponte della Strada Provinciale, nel tratto di rilievo topografico, volta a riferire ad una portata le misure rilevate nell'alveo.

La seconda misura è stata effettuata a valle del ponte della SS 33 del Sempione, in cui inizia ad evidenziarsi sensibilmente il fenomeno di subalveo.

Le misure di portata sono state eseguite con correntometro “Sonteck/YSI FlowTracker”, e i valori registrati sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 6.8. Valori di portata misurati in data 10 marzo 2016

stazione	Tratto di rilievo morfologico	Valle ponte SS 33
Portata (l/s)	742,4	214,2

Come si evince dai dati, le portate superficiali perse per subalveo sono notevoli. Tra le due sezioni, distanti circa 400 m, si perdono 528,2 litri, pari al 71% della portata. Di conseguenza si conferma sperimentalmente un notevole effetto di subalveo delle portate in transito in questo tratto.

La situazione riscontrata è rappresentativa di un periodo di morbida primaverile.

Figura 6.15. Sezioni e misura della portata in corrispondenza dell'area di rilievo (a sinistra) ea valle del ponte con la SS 33 (a destra)



Nell'ambito del secondo rilievo, effettuato in data 20 maggio 2016, volto alla caratterizzazione del tratto in condizione di morbida primaverile sono state effettuate due misure di portata fluente nel tratto oggetto di studio corrispondenti alle stazioni di monitoraggio della qualità chimica e delle componenti biotiche. La prima stazione è in corrispondenza della prevista opera di presa e la seconda all'interno del tratto derivato, a valle dei rilasci delle centrali preesistenti.

Le misure di portata sono state eseguite con correntometro “Sonteck/YSI FlowTracker”, e i valori registrati sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 6.9. Valori di portata misurati in data 20 maggio 2016

stazione	Monte presa	Tratto derivato
Portata (l/s)	188	681,8

Si evidenzia l'effetto delle restituzioni delle centrali preesistenti, che incrementano notevolmente la portata nel tratto di previste derivazione, ripristinando le portate naturali.

La situazione riscontrata è rappresentativa di un periodo di morbida primaverile.

Figura 6.16. Sezioni e misura della portata in zona opera di presa (a sinistra) e nel tratto derivato (a destra)



Di seguito si riportano i grafici che rappresentano la variazione di portata, profondità e velocità di corrente, in funzione della distanza da riva.

Figura 6.17. Variazione di portata, profondità e velocità di corrente in funzione della distanza da riva, zona presa (10 marzo 2016)

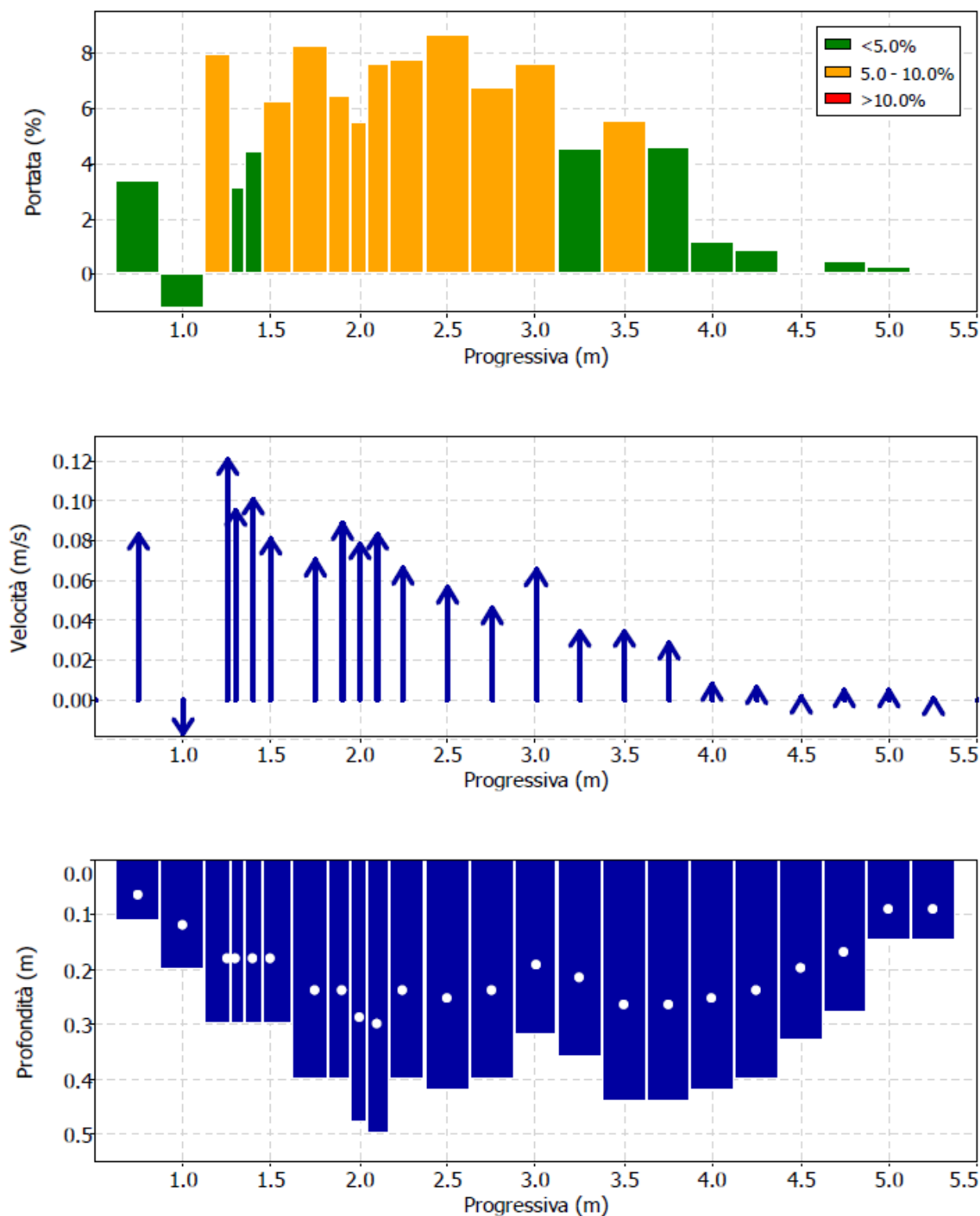


Figura 6.18. Variazione di portata, profondità e velocità di corrente in funzione della distanza da riva, tratto derivato (10 marzo 2016)

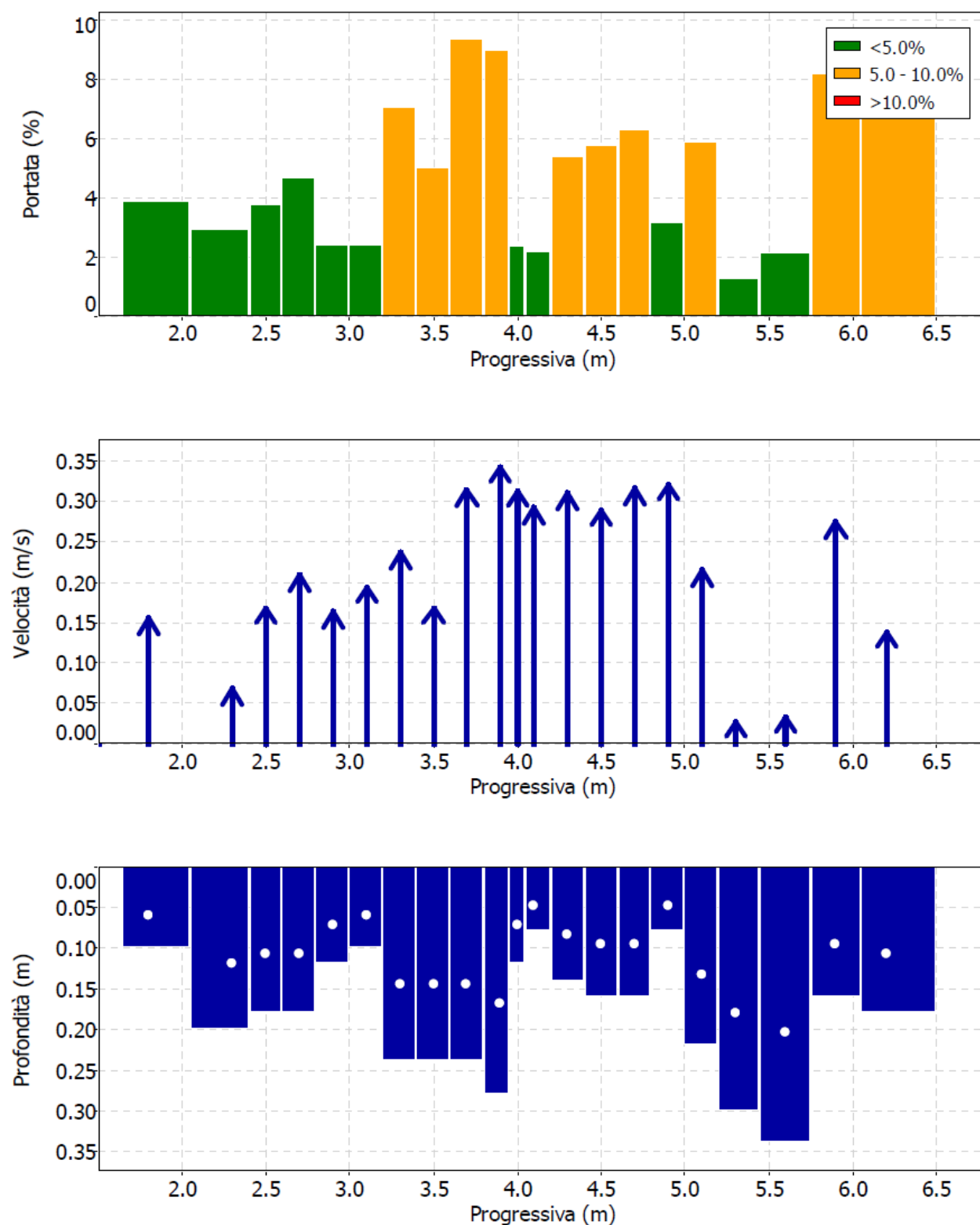


Figura 6.19. Variazione di portata, profondità e velocità di corrente in funzione della distanza da riva, tratto monitorato con rilievo morfologico (3 maggio 2016)

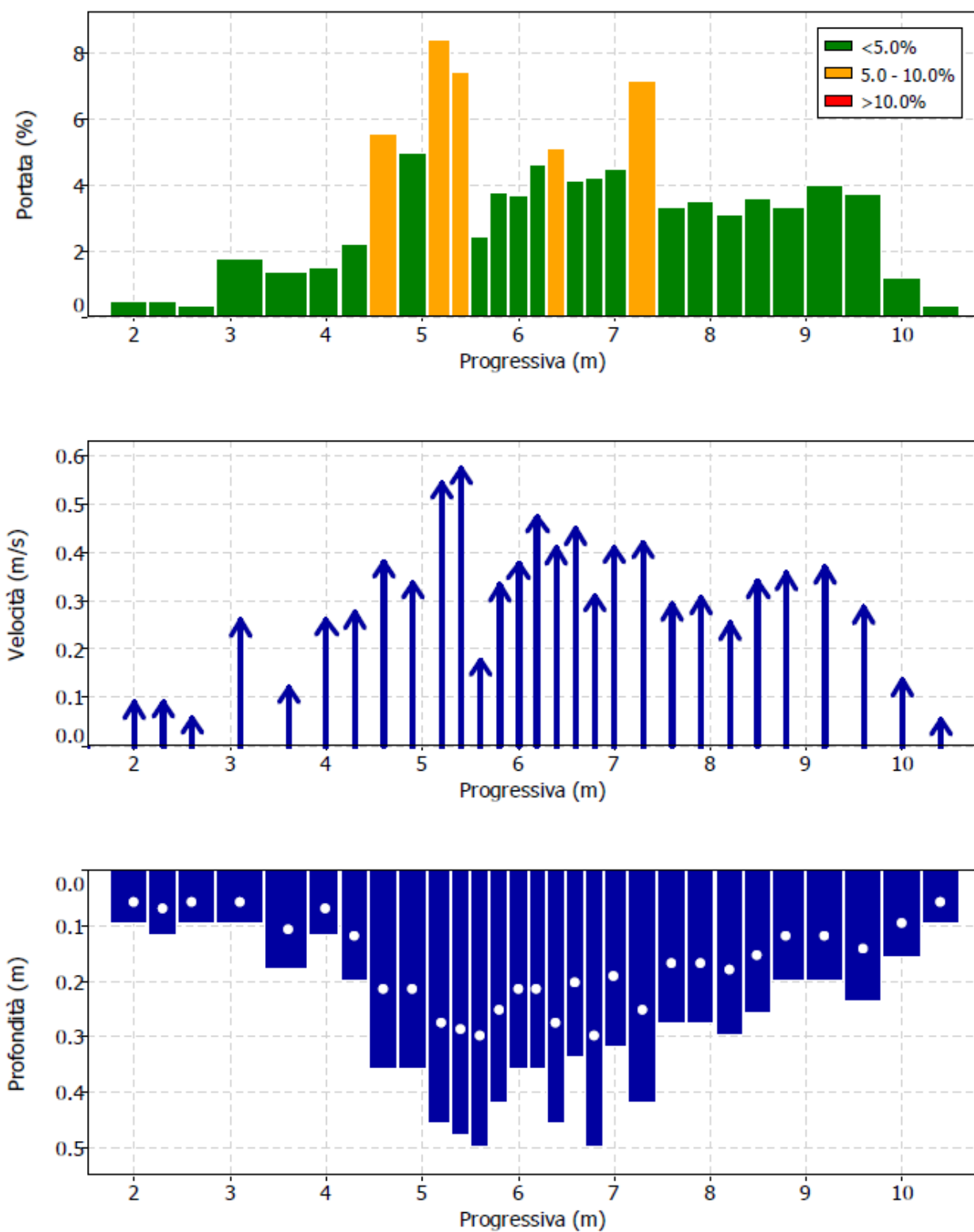


Figura 6.20. Variazione di portata, profondità e velocità di corrente in funzione della distanza da riva, tratto a valle del ponte con la SS 33 (3 maggio 2016)

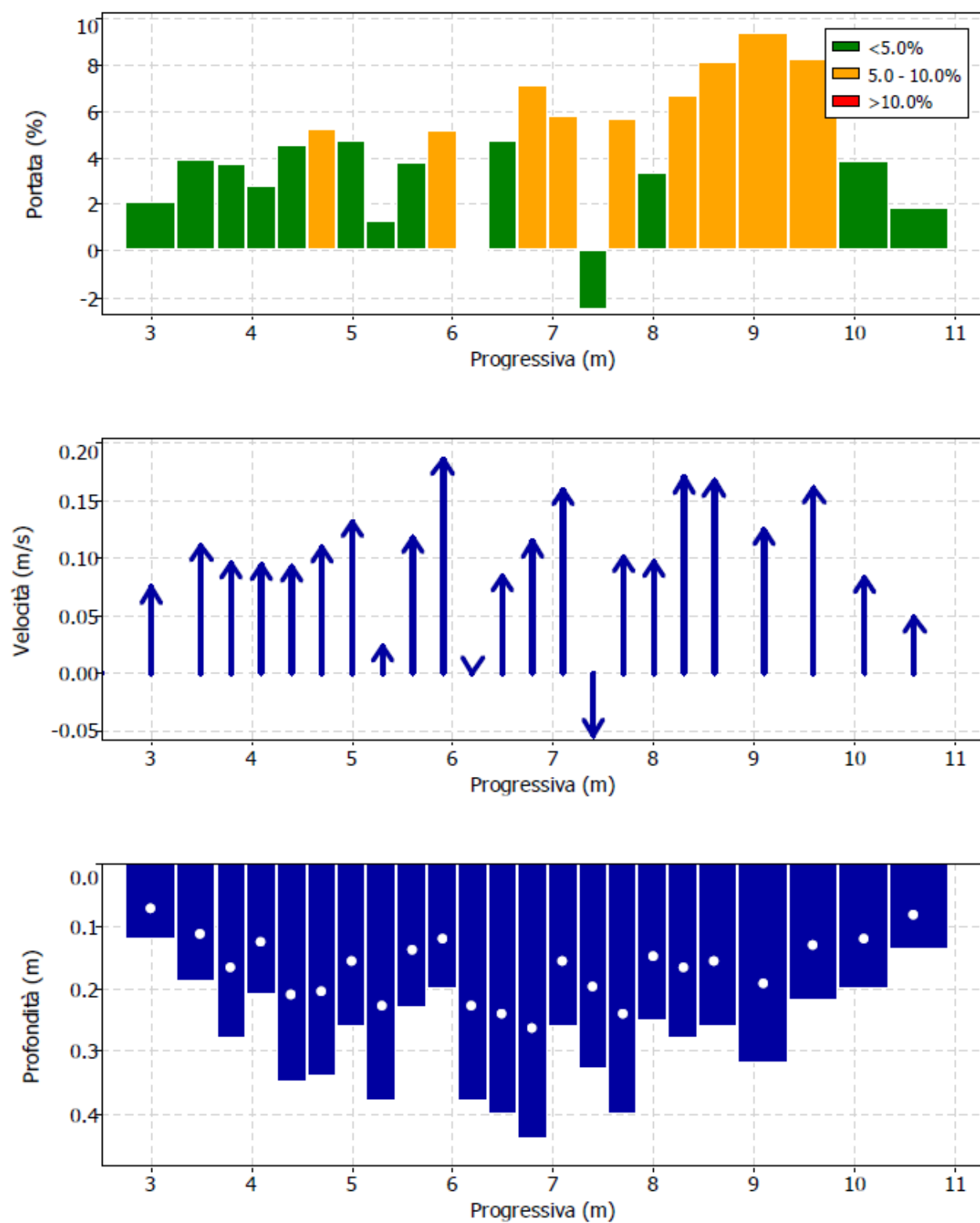


Figura 6.21. Variazione di portata, profondità e velocità di corrente in funzione della distanza da riva, zona presa (10 marzo 2016)

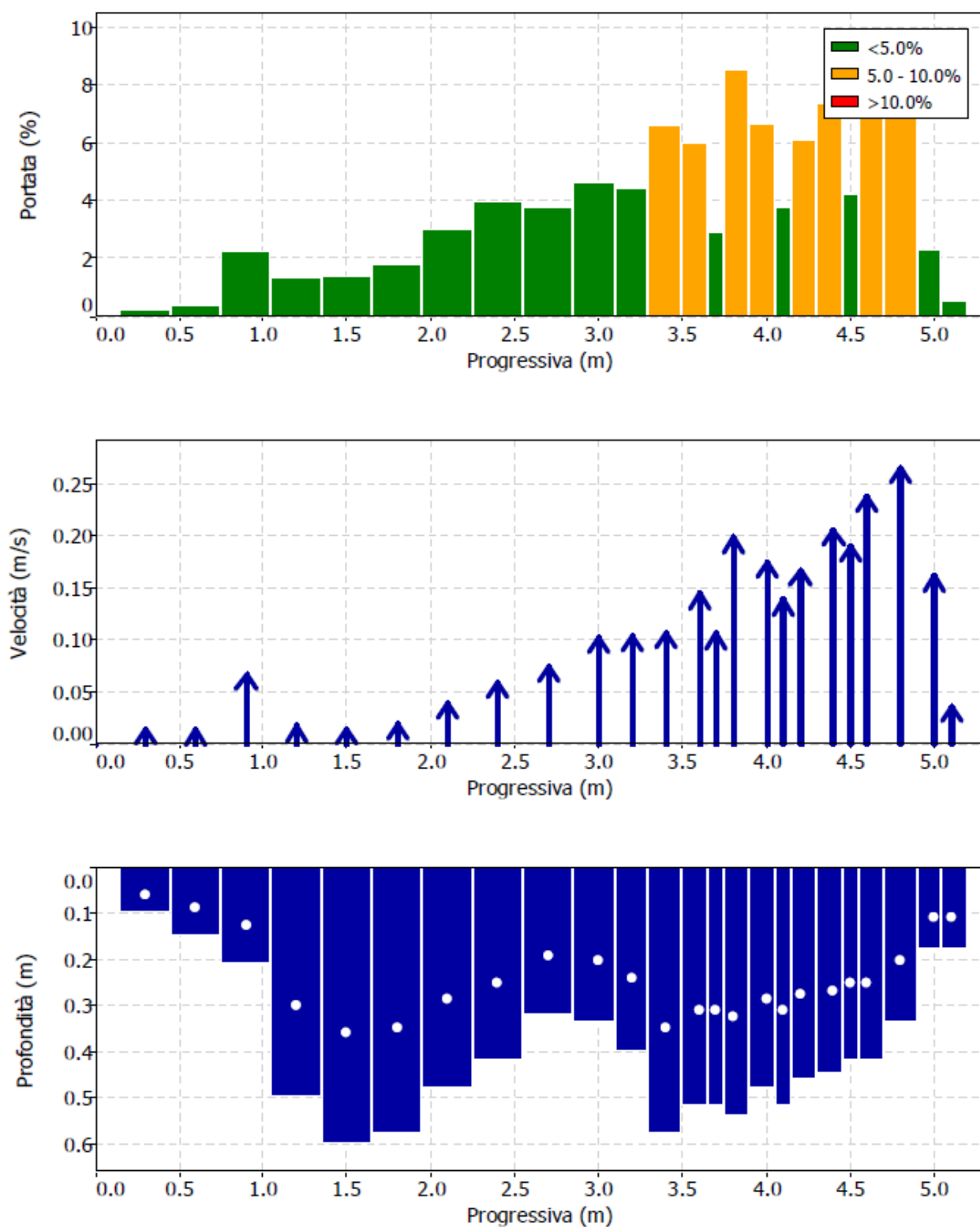
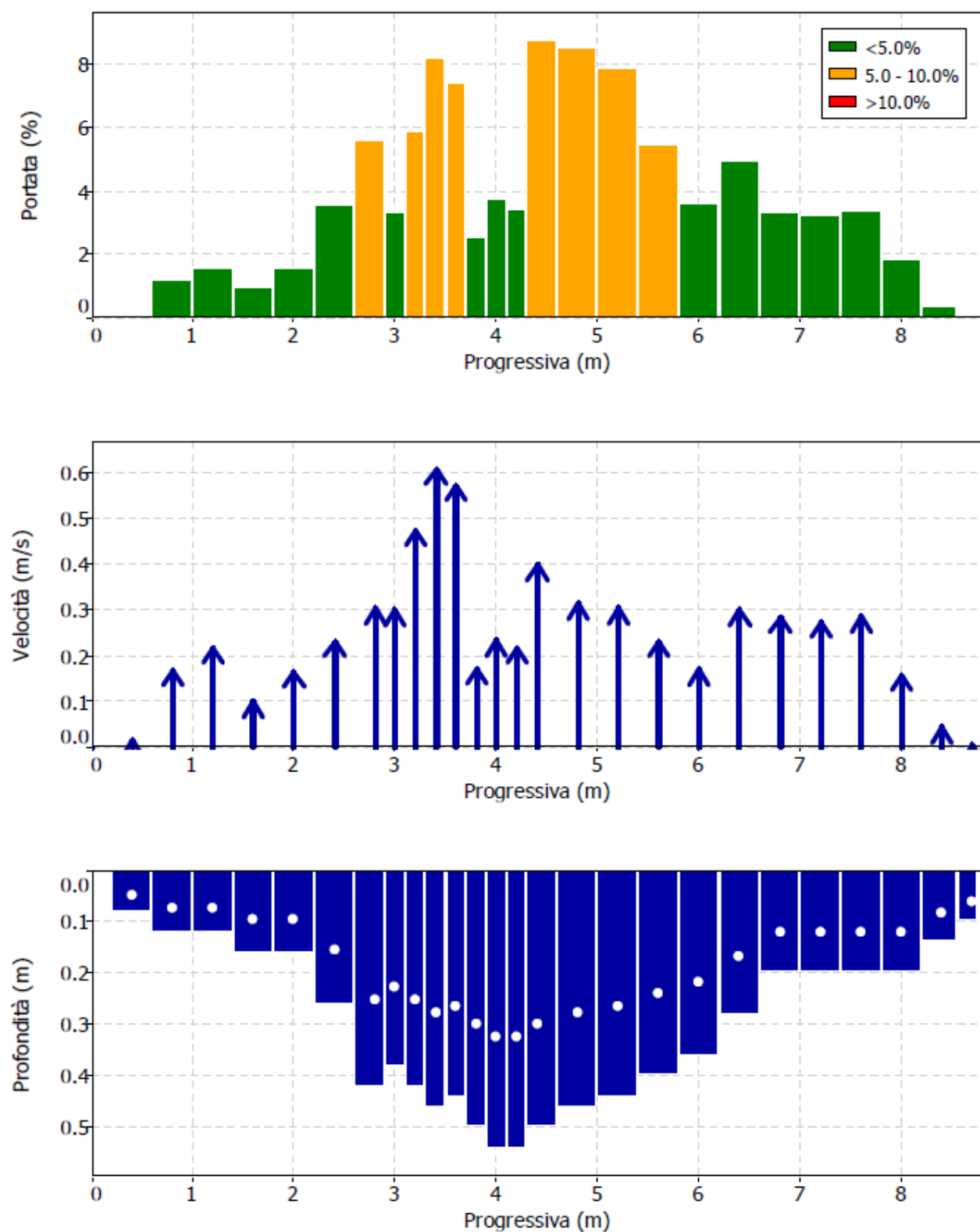


Figura 6.22. Variazione di portata, profondità e velocità di corrente in funzione della distanza da riva, tratto derivato (20 maggio 2016)

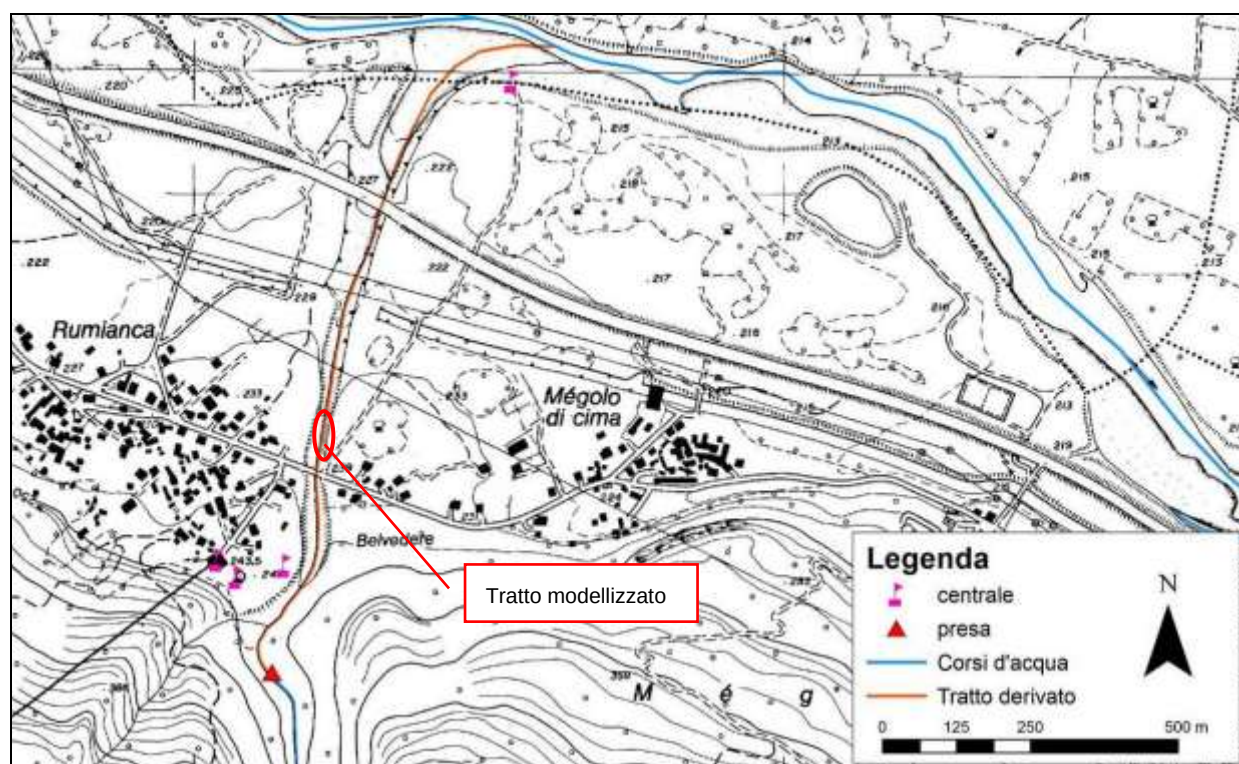


6.5 LA MODELLIZZAZIONE FLUVIALE

La modellizzazione fluviale di un tratto significativo secondo una simulazione basate sulle caratteristiche topografiche di dettaglio permette di ottenere informazioni importanti sui principali parametri idraulici (velocità, tirante, larghezza dell'alveo) in funzione delle portate.

Il tratto oggetto di studio è sito nel tratto derivato, a monte dell'area soggetta a significativi fenomeni di asciutta ed a valle del tratto maggiormente artificializzato, dove la sequenza di briglie e pozze più profonde non consentono di individuare un tratto facilmente modellizzabile.

Figura 6.23: inquadramento geografico del tratto di T. Arsa in cui è stata eseguita la modellizzazione idraulica, su base CTR



I dati principali del tratto rilevato sono:

- Lunghezza: 41 m
- Pendenza media: 0,15%
- N° sezioni rilevate: 12

Il rilievo topografico è stato effettuato su 12 sezioni in un tratto omogeneo, scelto in modo da minimizzare gli errori della modellizzazione dovuti ad esempio a salti d'acqua, forti turbolenze, rigurgiti.

Il rilievo è stato effettuato in occasione di una portata di 0,74 mc/s circa, che si attesta su valori di morbida per il torrente in esame. I dettagli della misura della portata sono riportati nel paragrafo precedente.

Le sezioni trasversali sono state successivamente utilizzate nelle elaborazioni secondo il modulo idraulico del software HEC-RAS, di seguito presentato.

Figura 6.24: planimetria del tratto rilevato

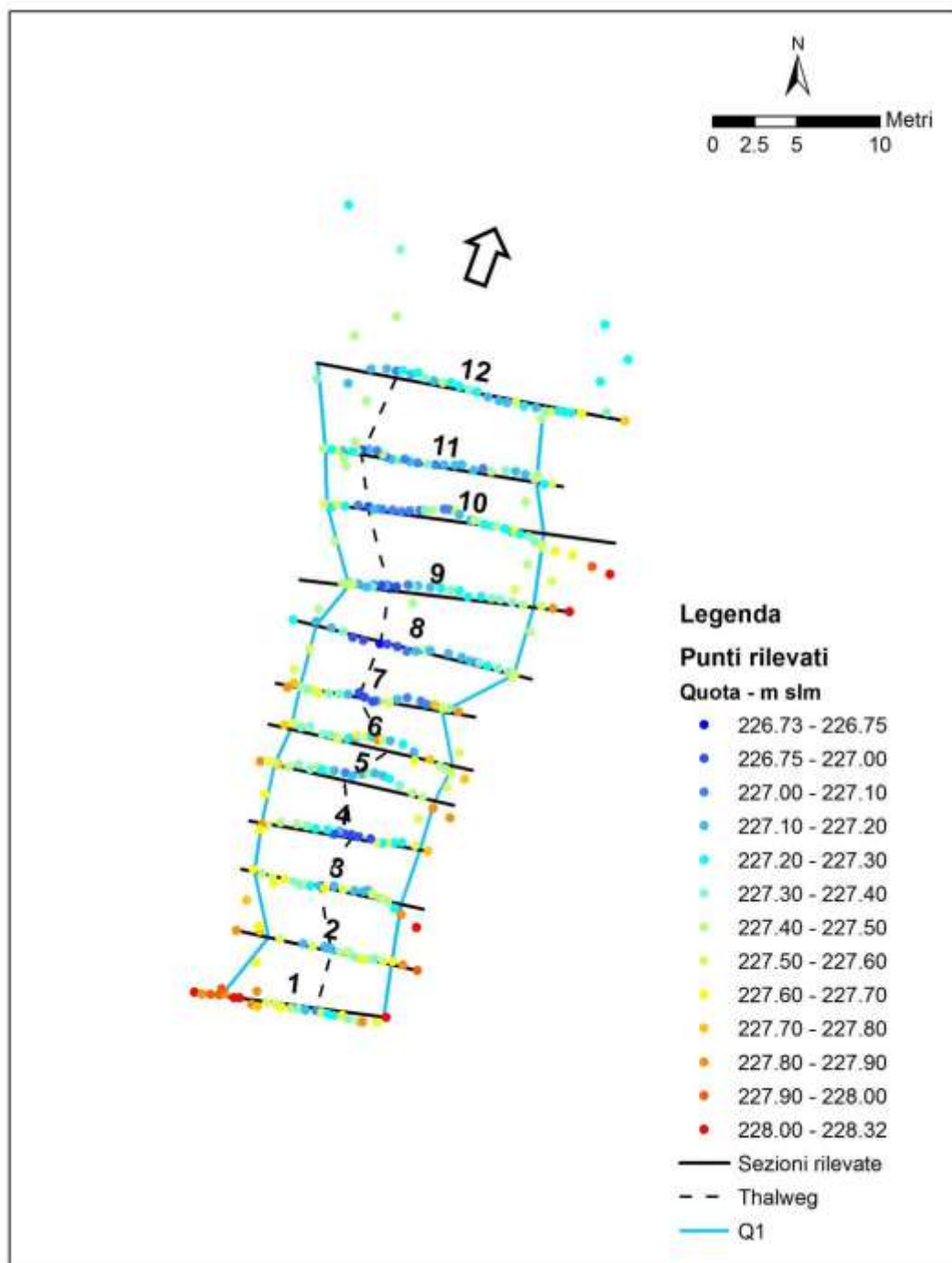


Figura 6.25: panoramica del tratto oggetto di studio



Figura 6.26: strumentazione utilizzata e vista del tratto di rilievo

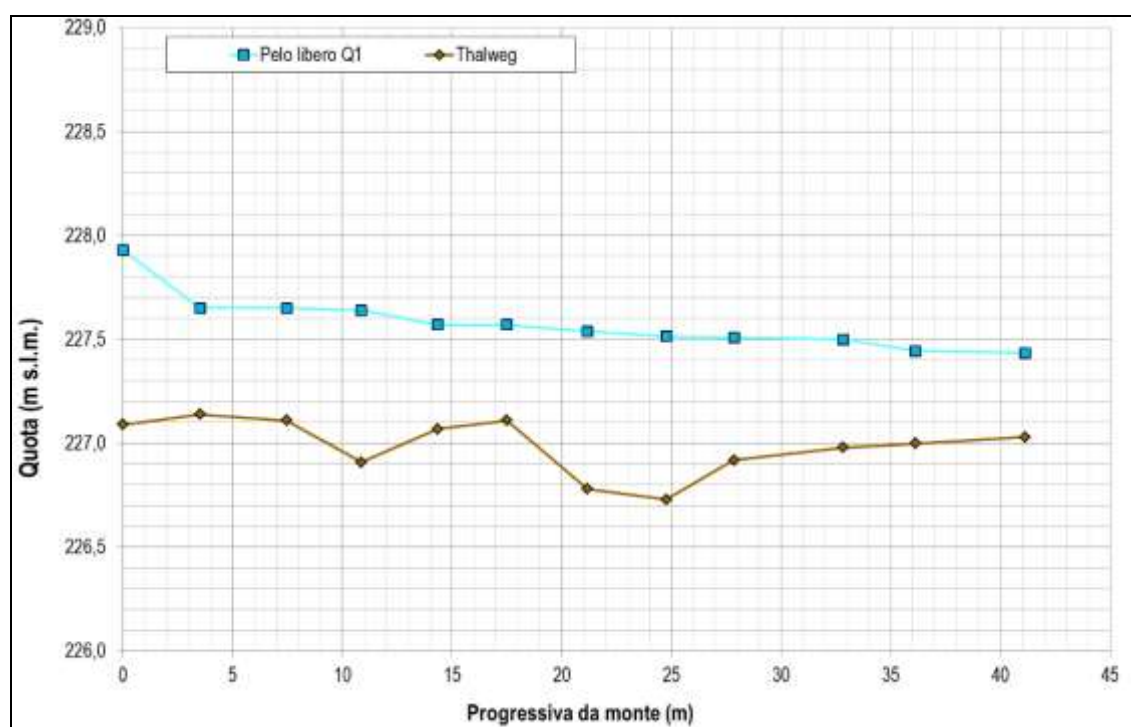


6.5.1 SIMULAZIONE IDRAULICA

Per la simulazione dei parametri idraulici si è fatto riferimento al rilievo idraulico e morfologico effettuato nell'ambito della modellizzazione fluviale effettuata con il software HEC-RAS. Si tratta di 12 sezioni, distribuite in circa 40 m di alveo in corrispondenza di unità morfologiche a riffle e run, che minimizzano gli errori di modellizzazione secondo questo metodo.

Il rilievo delle sezioni ha permesso di rappresentare il profilo del tratto in studio, comprensivo di pelo libero dell'acqua al momento del rilievo, presentato nella seguente figura.

Figura 6.27: profilo di fondo e del pelo libero rilevato nel tratto in studio



Di seguito sono illustrate alcune sezioni significative del tratto in studio, rappresentate graficamente ed inquadrare fotograficamente.

Figura 6.28: sezione 2. Geometria ed inquadramento fotografico. Tratto a run veloce

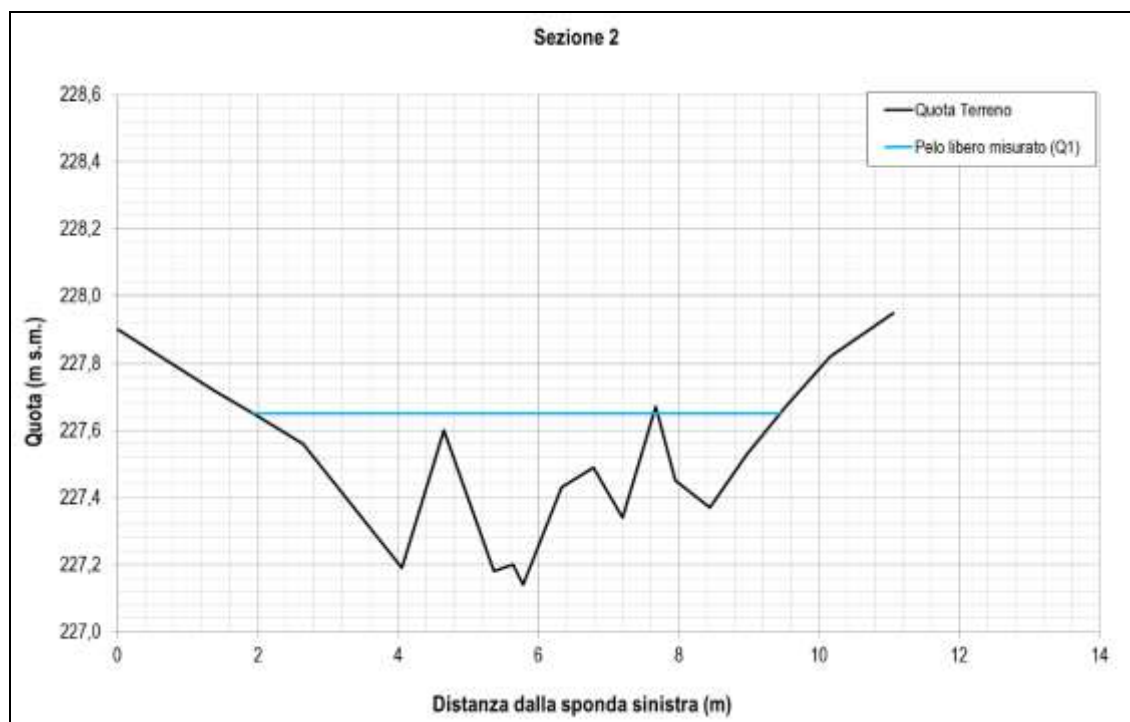


Figura 6.29: sezione 4. Geometria ed inquadramento fotografico. Tratto profondo.

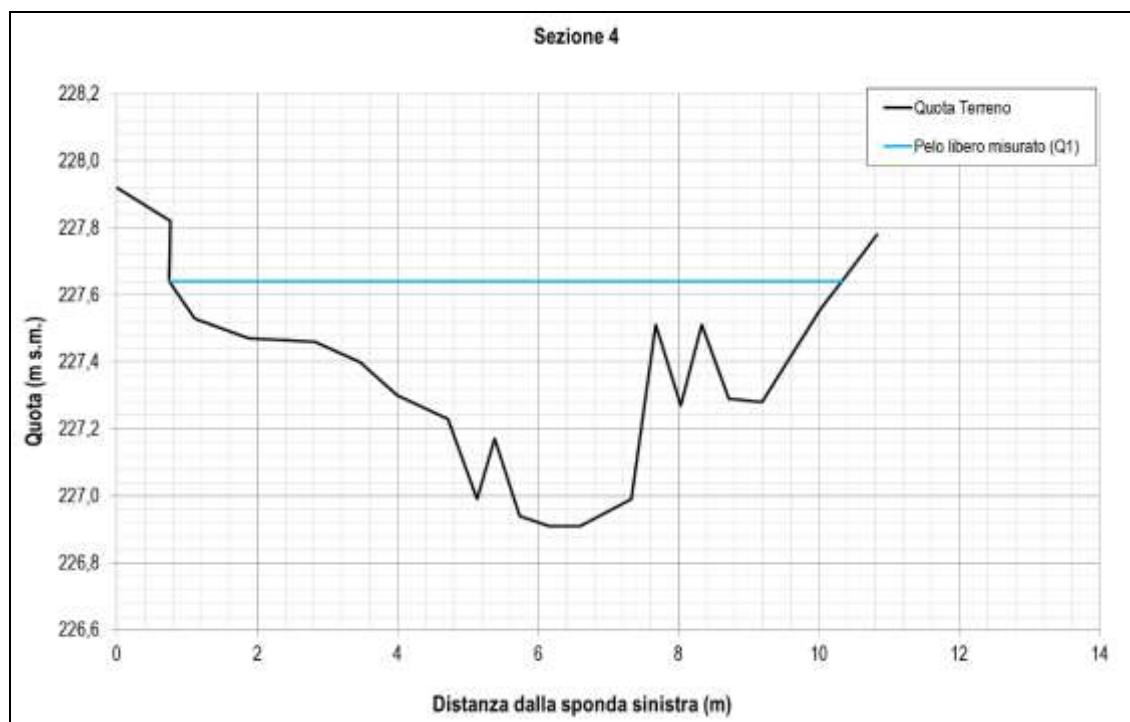
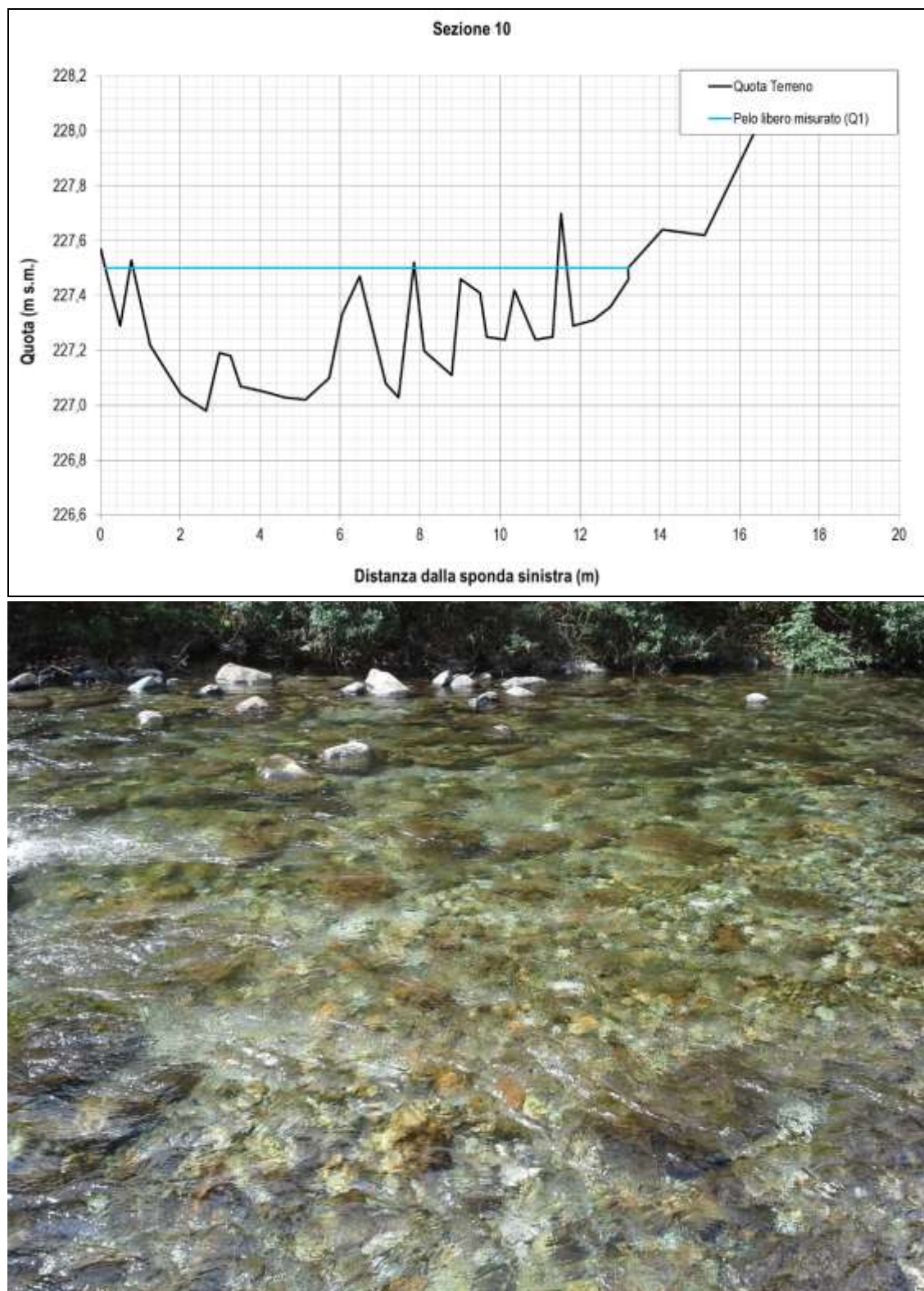


Figura 6.30: sezione 10. Geometria ed inquadramento fotografico. Tratto ampio



I dati medi più interessanti, in termini di risposta idraulica del tratto di studio al variare della portata, sono la larghezza media dell'alveo, la profondità media dell'acqua (o tirante) e la velocità di corrente media, illustrati rispettivamente in Figura 6.31, in Figura 6.32 e in

Figura 6.33.

Analizzando i grafici seguenti si deve tener presente che le simulazioni non tengono conto della diminuzione delle portate per via del subalveo, particolarmente significativo nel tratto in esame.

Nei grafici viene indicato il valore della portata minima del DMV modulato, calcolato in circa 97 l/s, valore da cui partono le curve di modellizzazione dei parametri idraulici. Si fa notare che in condizioni di magra, la portata misurata all'opera di presa in marzo 2016, risultava inferiore al DMV e pari a 68,5 l/s.

Figura 6.31: simulazione dell'andamento della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata. La freccia rossa indica la portata minima del DMV modulato (97 l/s).

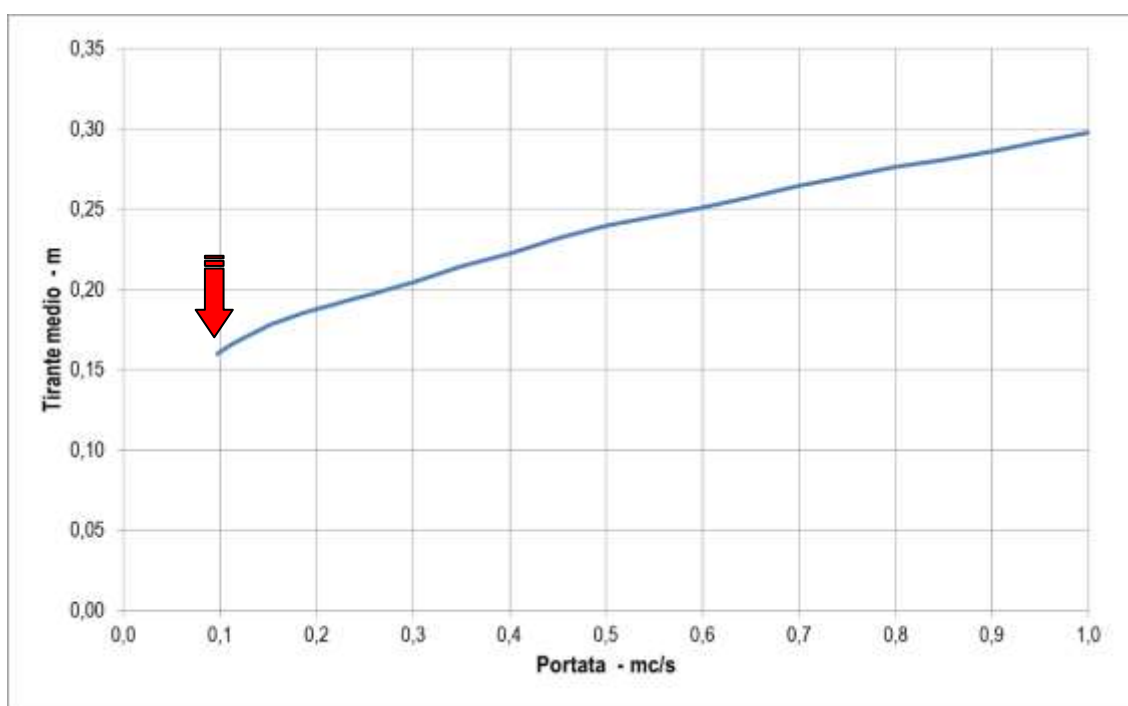


Figura 6.32: simulazione dell'andamento del tirante dell'alveo bagnato in funzione della portata. La freccia rossa indica la portata minima del DMV modulato (97 l/s).

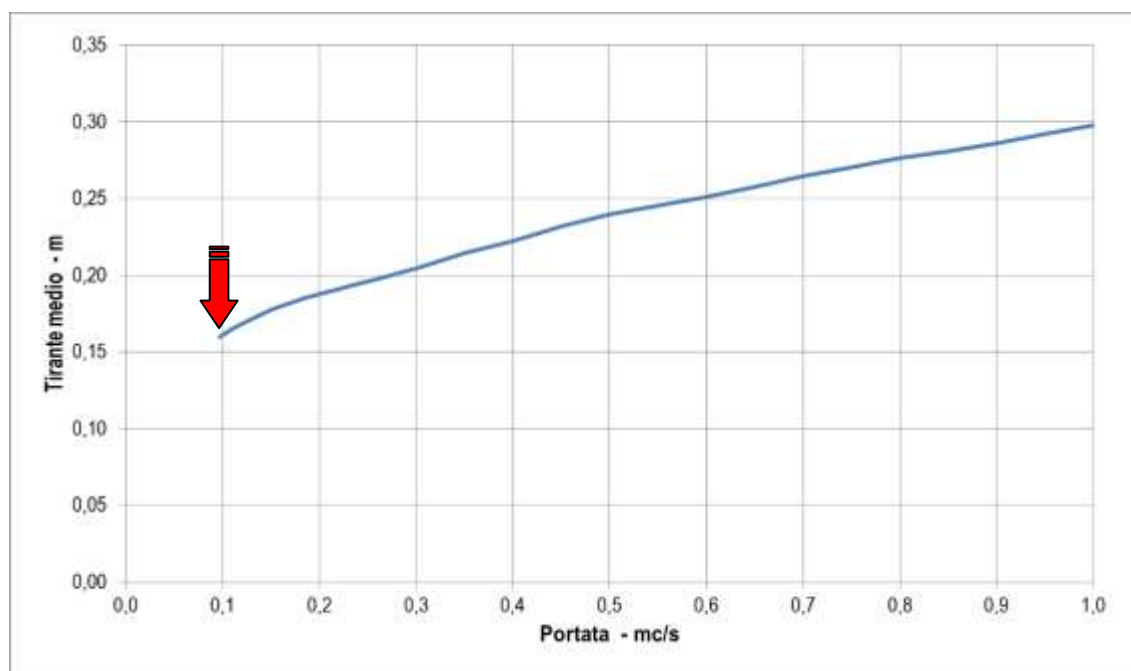
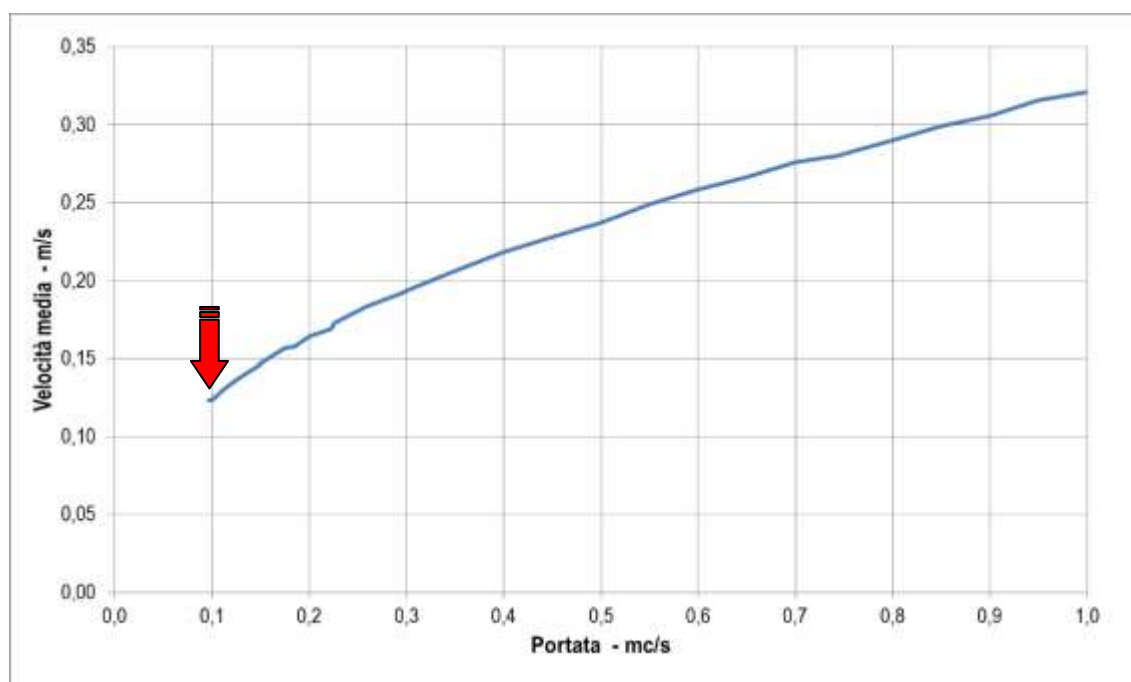


Figura 6.33: simulazione dell'andamento della velocità media di corrente in funzione della portata. La freccia rossa indica la portata minima del DMV modulato (97 l/s).



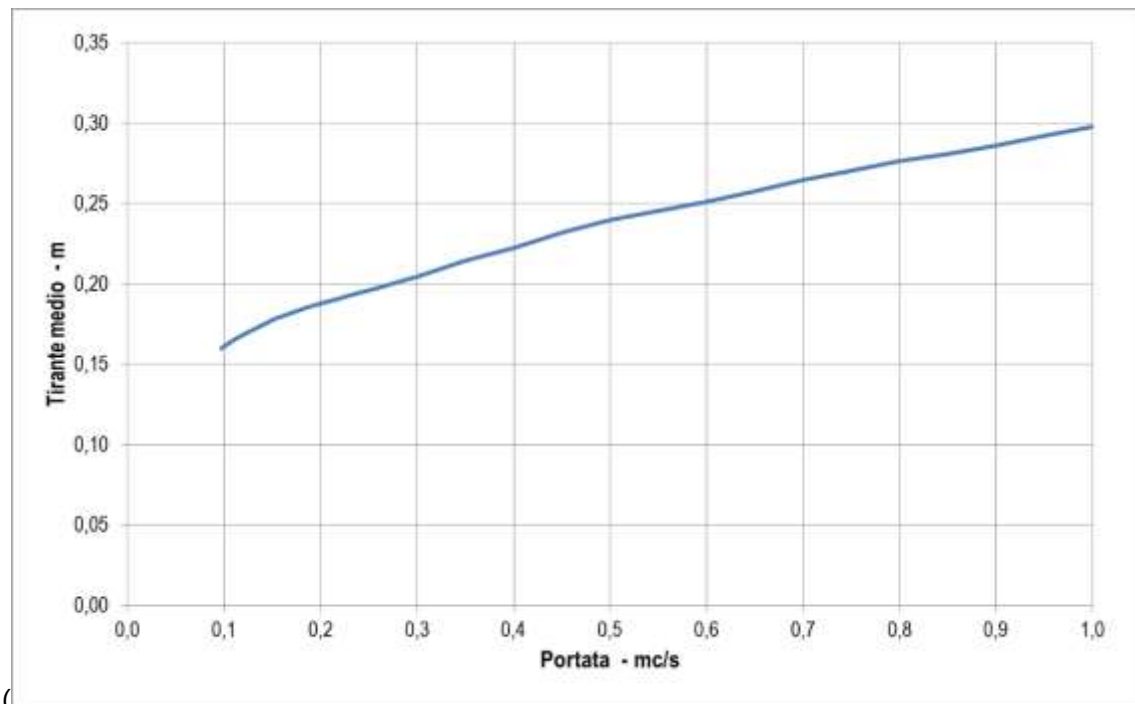
L'esame delle relazioni tra portata e andamento di questi parametri medi permette una prima valutazione ai fini della modellizzazione fluviale per il tratto di studio. Se si considerano gli estremi dell'intervallo di portate simulato (100 – 1000 l/s), si osserva la larghezza dell'alveo bagnato cresce, tra la portata minima e la massima, del 83%, la profondità media del 87% e la velocità media del 166%.

Questo primo approccio evidenzia pertanto che, nel tratto di studio, tutti i parametri idraulici crescono all'aumentare della portata, ma il parametro più direttamente influenzato da essa è la velocità.

Un'ulteriore informazione di grande importanza viene dalla forma delle curve che mostrano la relazione tra i parametri idraulici e la portata. La presenza di un punto di flesso, dove la curva riduce la pendenza, individua un punto in cui ad ulteriori incrementi di portata l'incremento del parametro è proporzionalmente inferiore. Dove infatti la pendenza della curva è maggiore, è evidente che ad un incremento di portata si verificherà un altrettanto proporzionale incremento del parametro idraulico; dove invece la curva è più aggradata, il rilascio di un deflusso maggiore porterà a benefici idraulici proporzionalmente più scarsi.

Per i parametri in esame, si osserva che:

- La relazione larghezza alveo bagnato – portata (Figura 6.31) presenta un flesso non particolarmente marcato in corrispondenza di una portata pari a 300 l/s, valore entro cui la larghezza dell'alveo cresce più lentamente, principalmente a causa della conformazione dell'alveo inciso con sponde scoscese.
- La relazione profondità media – portata



- Figura 6.32) presenta un andamento complessivo piuttosto lineare, con un accenno di flesso intorno ai 150 l/s ed uno ulteriore a circa 500 l/s, in corrispondenza dei quali la pendenza si riduce leggermente.
- La relazione velocità media – portata (
- Figura 6.33) cresce più rapidamente fino a 250 l/s, per poi mostrare una pendenza lievemente minore, ma sempre accentuata.

6.5.2 HABITAT PER LA FAUNA ITTICA - APPLICAZIONE DI CASIMIR

Il software CASIMIR è stato applicato per calcolare e visualizzare le condizioni dell'habitat fluviale per diversi valori di portate, a partire da una portata di magra, prossima al DMV minimo dell'anno medio (100 l/s) fino ad una portata di morbida (1000 l/s), utilizzando la simulazione precedentemente creata mediante il software HEC-RAS. Il software permette di ottenere informazioni numeriche e grafiche sull'effettiva disponibilità di habitat per la fauna ittica vocazionale per il tratto.

I risultati di output del modello relativi a tirante idraulico, velocità, disponibilità di habitat (WUA) e indice complessivo di preferenza (C_i) sono stati modellizzati attraverso le curve di preferenza disponibili per la fauna ittica di interesse, ovvero per la trota fario, specie vocazionale per il tratto di indagine. Per questa specie sono disponibili le curve di preferenza distinte per individui adulti e giovani.

I risultati sono riportati di seguito per le portate simulate. Si vede un incremento progressivo delle aree disponibili ponderate, espresse sia in m² che in percentuale rispetto all'area totale riferita alla portata media annua.

Tabella 6.10: area disponibile ponderata (ADP) in m² per i diversi stadi vitali della trota fario

Portata [m ³ /s]	Area bagnata Totale [m ² /km]	ADP Trota Fario Adulti [m ² /km]	ADP Trota Fario Giovani [m ² /km]
0,097	5618,759	369,073	840,0179
0,1	5692,185	369,073	843,6648
0,11	6105,264	391,6842	896,4243
0,13	6345,721	418,1855	960,3677
0,15	6608,789	448,5768	1040,358
0,15	6645,259	451,2513	1049,111
0,18	6969,352	487,9641	1139,069
0,19	7144,407	512,7634	1198,15
0,2	7293,203	532,2139	1245,804
0,22	7465,34	559,4446	1317,041
0,23	7520,044	564,5504	1331,872
0,26	7788,704	610,7453	1444,685
0,3	8086,783	667,3948	1575,976
0,3	8114,743	672,5006	1589,834
0,35	8403,583	729,3932	1730,121
0,4	8645,984	778,5057	1848,282
0,45	8879,633	842,4492	1994,647
0,5	9072,436	888,1578	2100,896
0,55	9237,765	941,4035	2222,947
0,6	9407,714	985,6534	2320,2
0,65	9578,392	1030,389	2415,264
0,7	9726,459	1074,882	2505,466
0,74	9852,401	1120,348	2591,291
0,8	9981,503	1175,296	2694,622
0,85	10079	1209,334	2758,079
0,9	10206,16	1257,231	2841,716
0,95	10316,05	1303,426	2914,655
1	10410,39	1353,268	2990,512

Tabella 6.11: area disponibile ponderata (ADP) in % riferita all'area della portata media annuale per i diversi stadi vitali della trota fario

Portata [%Q_media annua]	ADP Trota Fario Adulti [% Area Totale]	ADP Trota Fario Giovani [% Area Totale]
13%	7%	15%
13%	6%	15%
15%	6%	15%
18%	7%	15%
20%	7%	16%
20%	7%	16%
24%	7%	16%
26%	7%	17%
27%	7%	17%
30%	7%	18%
31%	8%	18%
35%	8%	19%
40%	8%	19%
40%	8%	20%
47%	9%	21%
54%	9%	21%
61%	9%	22%
67%	10%	23%
74%	10%	24%
81%	10%	25%
88%	11%	25%
94%	11%	26%
100%	11%	26%
108%	12%	27%
115%	12%	27%
121%	12%	28%
128%	13%	28%
135%	13%	29%

Figura 6.34: simulazione dell'andamento dell'area disponibile in m²/km per i diversi stadi vitali della trota fario in funzione della portata

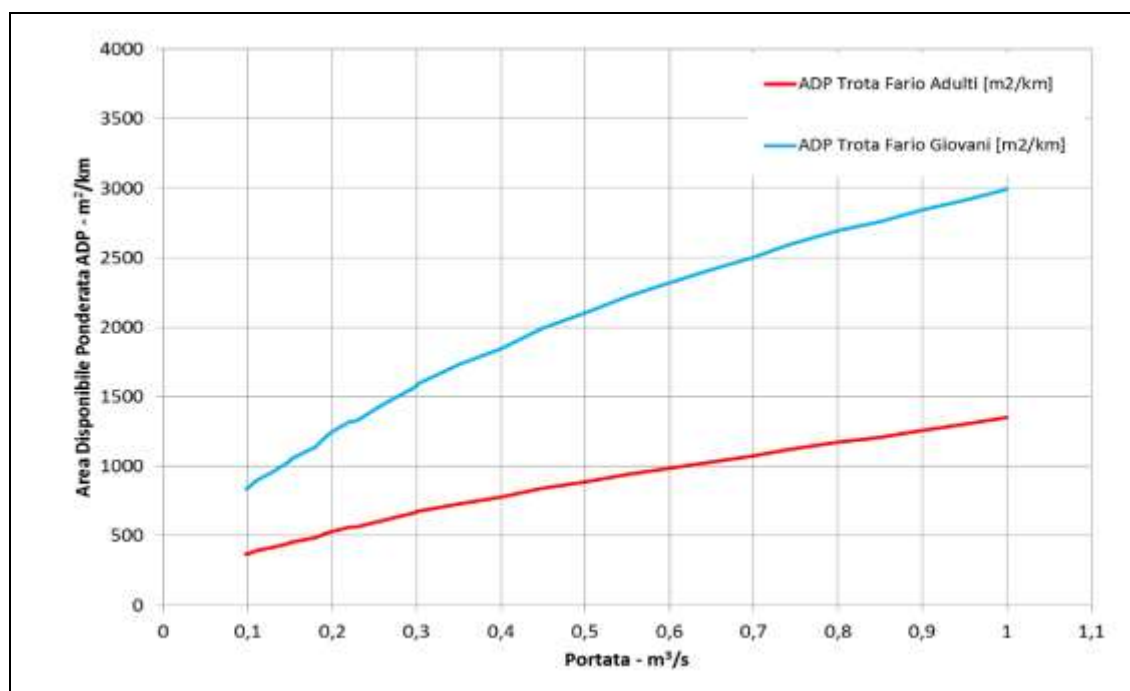
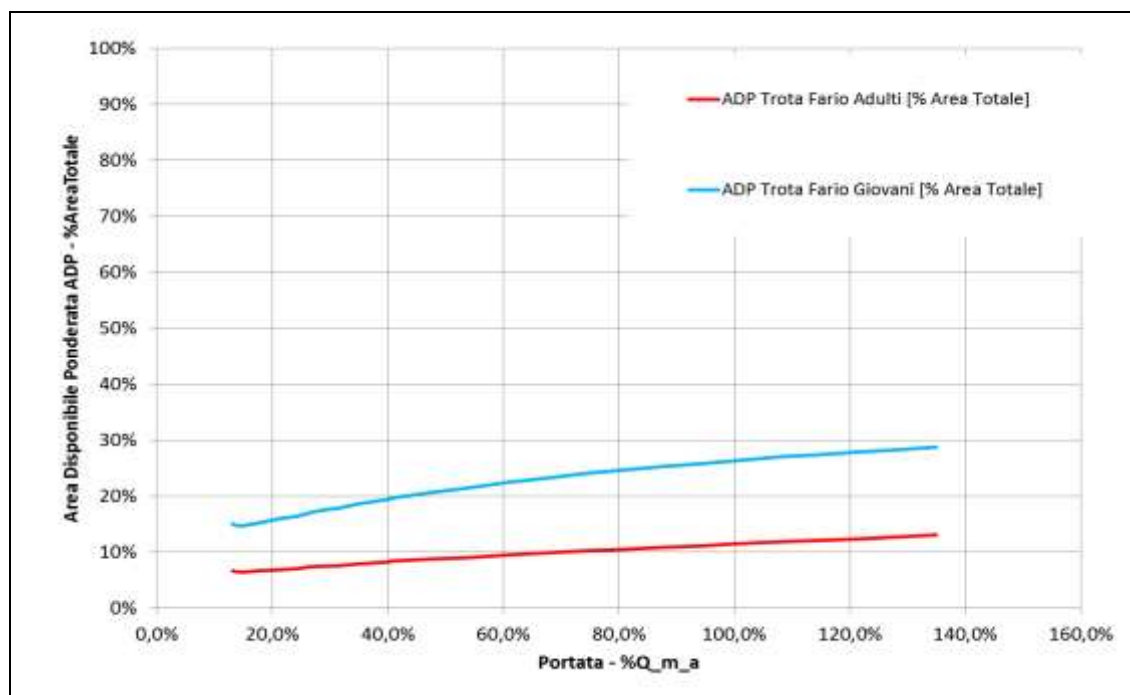


Figura 6.35: simulazione dell'andamento dell'area disponibile in % rispetto all'area totale per i diversi stadi vitali della trota fario in funzione della portata



Come si può vedere dai grafici e dalle sopra riportate tabelle, sebbene l'incremento sia significativo in termini di area in m^2 , disponibili per i vari stadi vitali della trota fario, tra la minima e la massima portata della simulazione, si nota che percentualmente l'area disponibile per i giovani di trota fario (maggiormente vocati) risulta comunque inferiore al 30%. Di conseguenza l'ambiente non risulta particolarmente idoneo alla fauna ittica.

Per quanto riguarda gli adulti si nota come, anche all'aumentare della portata l'ADP rimanga molto bassa, prossima al 10% del totale.

Si fa notare che è stata effettuata un'ulteriore simulazione per lo stadio vitale dei giovani (che presentano l'ADP più elevata), tralasciando l'informazione relativa al substrato presente, che influisce sulla vocazionalità per la fauna ittica. I risultati così ottenuti risultavano migliori, evidenziando che il substrato sia il parametro limitante per l'habitat dei giovani, rispetto al quale invece i parametri idraulici (velocità e profondità) sono più idonei.

In ogni caso la presenza di interruzioni invalicabili isolano il tratto monitorato dal Fiume Toce verso valle, da cui potrebbero provenire eventuali riproduttori.

Riassumendo quanto esposto nei due precedenti paragrafi, riguardo alla modellizzazione di un tratto rappresentativo, sulla base dei parametri idraulici volti a caratterizzare la vocazionalità ittica del tratto:

- La velocità tende a crescere in modo progressivo. Analizzando le modellizzazioni si evidenzia che nemmeno con portate pari a 1000 l/s si raggiungono valori limitanti per la fauna ittica. La situazione è dovuta all'alveo di morfologia ampia.
- Il tirante ha una profondità variabile in modo molto progressivo con l'aumentare della portata. Le profondità sono sempre molto contenute. Si passa da una media (su tutte le sezioni) di 16 cm per una portata simulata di 100 l/s a 30 cm per una portata di 1000 l/s. Si deve peraltro considerare che la profondità è molto variabile puntualmente, in ragione del fondale molto discontinuo, specie nelle porzioni in cui sono presenti massi. Si raggiungono infatti profondità di prossime ad 80 cm in corrispondenza delle sezioni 2 e 4 al momento del rilievo (con portate di circa 740 l/s).

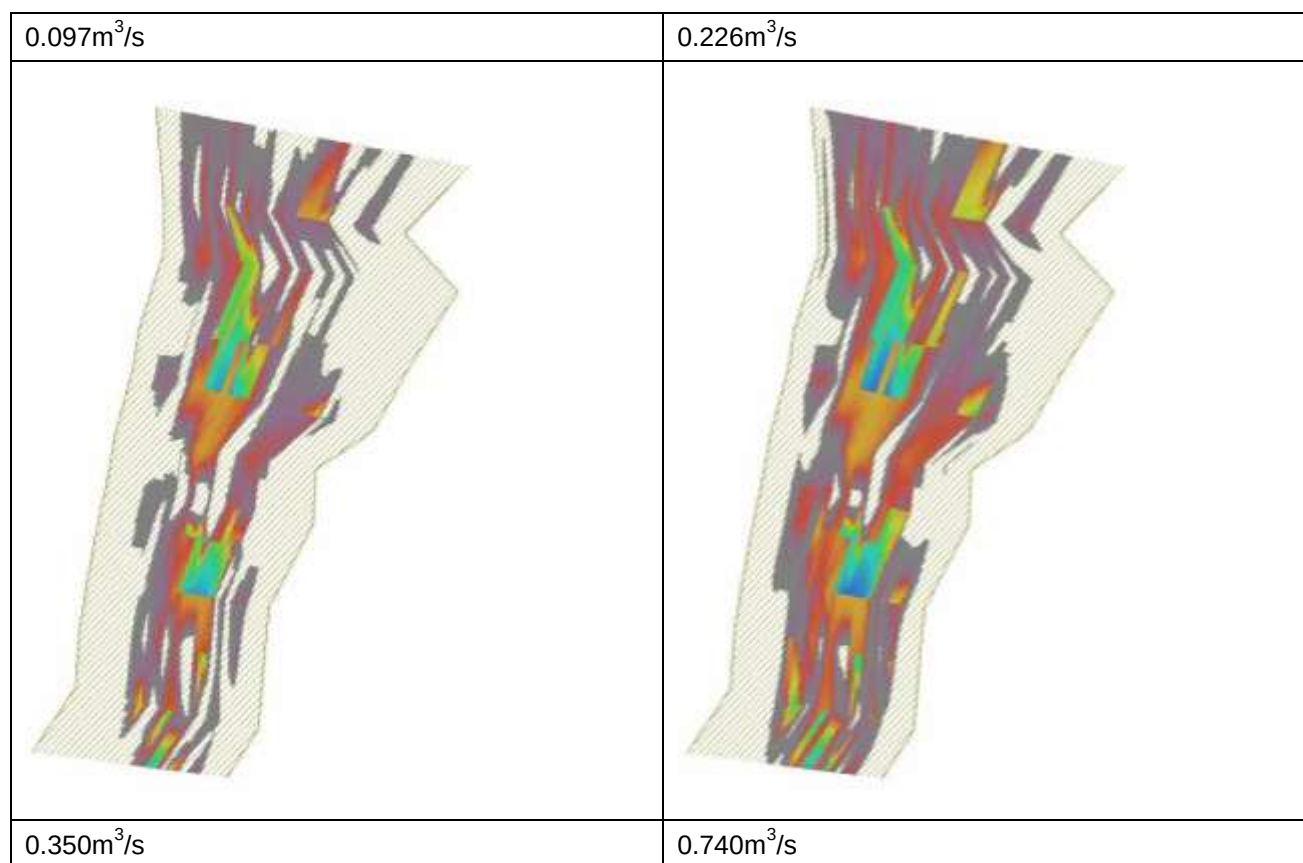
In generale per la trota fario i valori dell'indice HHS, visibili graficamente in

Figura 6.36 sono molto bassi e raggiungono valori accettabili solo in corrispondenza dei tratti di buca, a maggiore profondità.

- La percentuale di area disponibile resta sempre piuttosto contenuta, soprattutto per gli individui adulti. L'area disponibile sale rapidamente all'aumentare della portata, mantenendosi peraltro a livelli modesti entro i 1000 l/s. Si osserva un accenno di flesso intorno ai 300 l/s, valore oltre i quali la pendenza della curva di entrambi gli stadi vitali tende a ridursi.
- Il tratto risulta caratterizzato comunque da una bassa vocazionalità per la trota fario (individui adulti), anche per portate pari alla media annua, in ragione dei bassi valori di percentuale di habitat adatto ad ospitare gli esemplari, come si può vedere dal grafico in Figura 6.35.
- In termini di superficie disponibile in occasione di portate di magra si deve considerare che la portata di magra naturale per il torrente pari alla Q347 è pari a circa 200 l/s. Nelle stesse condizioni, in regime di DMV la portata sarà di circa 100 l/s. Confrontando l'ADP nelle due situazioni (ante e post opera) vede un decremento di ADP da 532 mq a 369mq per gli adulti e da 1245 mq a 843 mq per i giovani di trota fario. Il decremento percentuale di area è pari al 30,7% per gli adulti ed al 32,3% per i giovani.

Di seguito si allegano le rappresentazioni del tratto in esame per i diversi parametri idraulici e per gli indici di idoneità dell'habitat idrico, calcolati secondo il modello CASIMIR.

Figura 6.36: distribuzione dell'indice di preferenza per la trota fario (stadi giovanili) per portate crescenti, dall'alto verso il basso



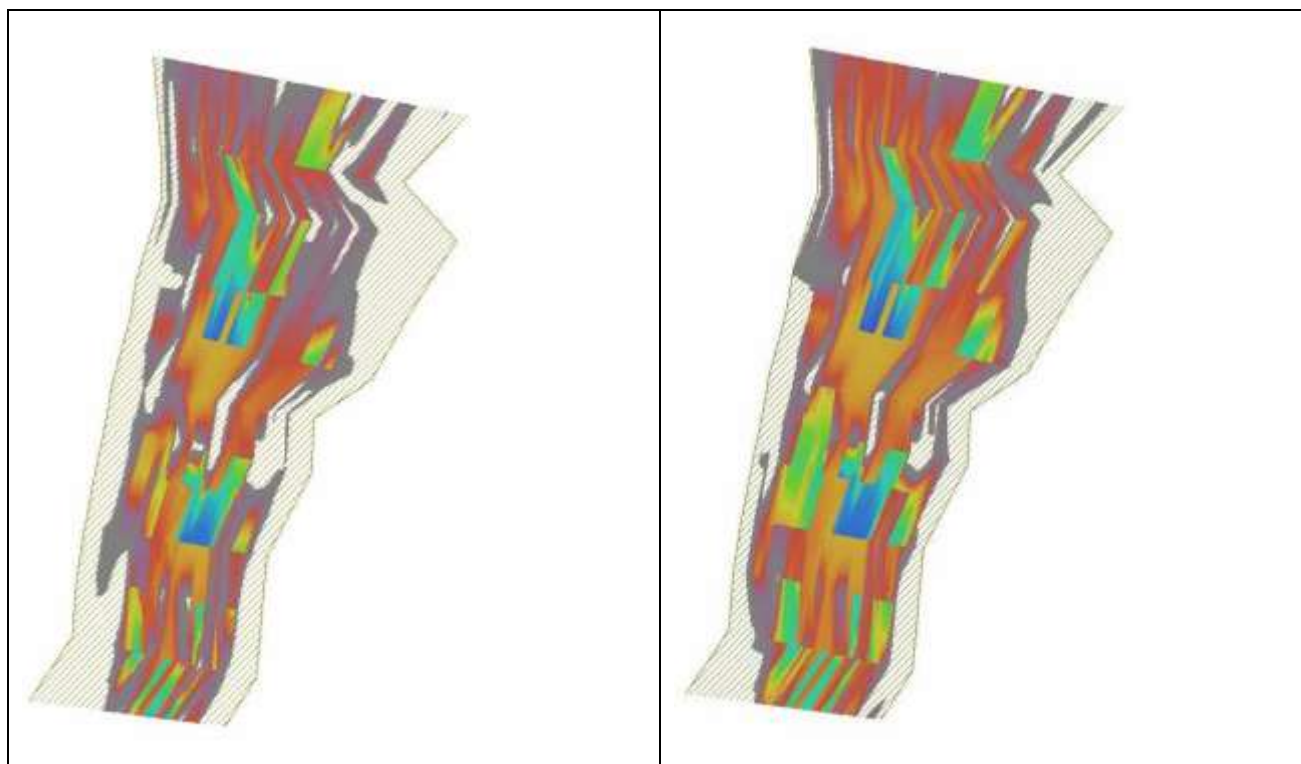
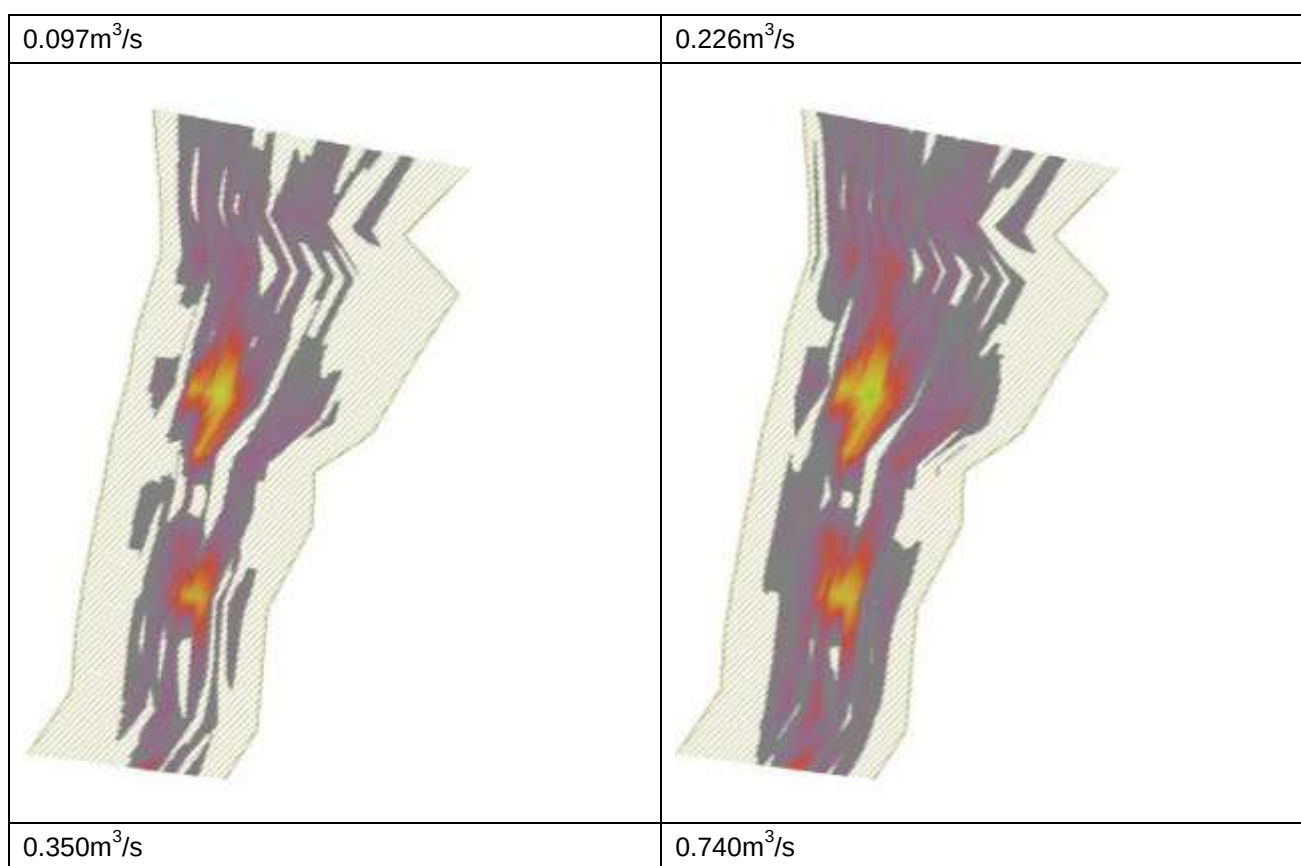
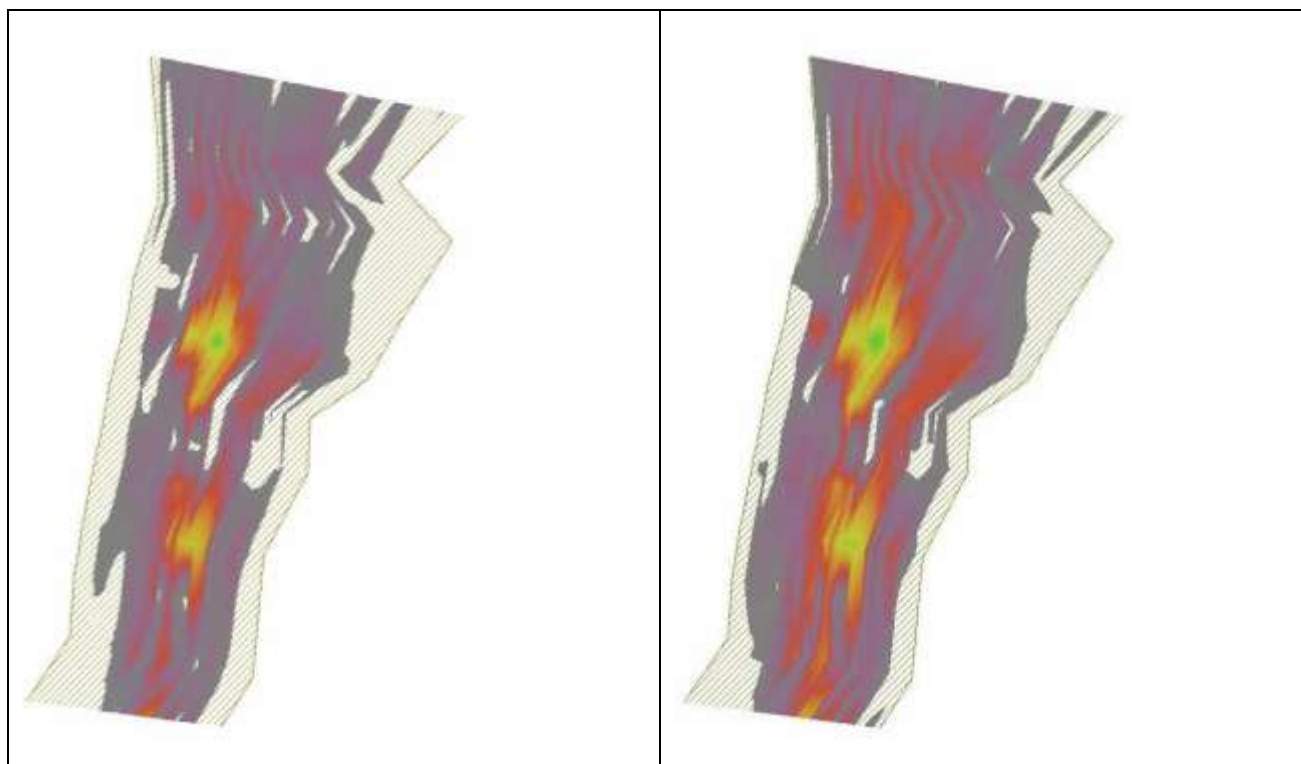


Figura 6.37: distribuzione dell'indice di preferenza per la trota fario (adulti) per portate crescenti, dall'alto verso il basso





In considerazione del fatto che nel tratto sono stati effettuati diversi sopralluoghi in diverse condizioni di portata si riporta di seguito una documentazione fotografica di alcuni tratti significativi, interni al tratto derivato, per portate pari a 160 l/s a valle degli scarichi esistenti (marzo 2016) e per le portate di rilievo (742 l/s).

Le immagini evidenziano che, nel tratto modellizzato, la simulazione trova un buon riscontro, con riduzione del tirante idraulico e dell'alveo bagnato ma con mantenimento dell'habitat acquatico.

Poco più a valle, in corrispondenza del sottopassaggio del canale Tessenderlo i fenomeni di subalveo determinano invece una completa asciutta dell'alveo.

Figura 6.38: documentazione fotografica di raffronto fotografico di alcuni tratti significativi in differenti condizioni di portata. Sono evidenziati i punti di riferimento in comune tra le immagini. È evidente che già allo stato attuale il corso d'acqua è caratterizzato da periodi di magra con portate paragonabili al DMV previsto

Tratto modellizzato	
portate pari a 160 l/s (marzo 2016)	portate pari a 742 l/s (marzo 2016)



Traversa del sottopassaggio del Canale Tessenderlo	
portate pari a 160 l/s (marzo 2016). A valle della traversa l'alveo è asciutto	portate pari a 742 l/s (marzo 2016)
	

6.6 QUALITÀ CHIMICO - FISICA DELLE ACQUE

I dati di qualità chimico – fisica delle acque sono stati rilevati nel mese di marzo 2016, ed in maggio 2016, rispettivamente in un momento di magra invernale e morbida primaverile.

I risultati evidenziano una situazione tipica per un corso d'acqua alpino, che scorre in un bacino cristallino e privo di fonti inquinanti rilevanti: la temperatura è bassa, lo stato di ossigenazione delle acque è ottimale, la conducibilità elettrica è molto bassa e il pH presenta valori debolmente acidi, prossimi alla neutralità.

Anche la stazione di campionamento posta all'interno del tratto derivato, in contesto antropizzato, presenta caratteristiche analoghe a quelle rilevate per la stazione di monte.

Come si può vedere nella tabella seguente, l'unico parametro che risulta in valori superiori ai limiti di rilevabilità risulta essere l'azoto nitrico. Le concentrazioni sono comunque poco al di sopra del limite della prima classe di qualità per gli indici LIM e LIMeco.

Si fa notare l'effetto dello scarico delle centrali sulla temperatura delle acque, infatti la temperatura è sensibilmente più bassa nella stazione di valle (sita a valle degli scarichi esistenti) rispetto alla stazione di monte.

Tabella 6.12: valori dei principali parametri di qualità chimico - fisica delle acque rilevati in campo e applicazione degli indici LIMeco e LIM

Stazione	monte presa	tratto derivato (sez.10)	monte presa	tratto derivato (sez.10)
Data	10/03/2016	10/03/2016	20/05/2016	20/05/2016
Temperatura aria (°C)	15,00	15,00	17,00	16,00
Temperatura acqua (°C)	4,98	3,25	10,47	7,58
Ossigeno disciolto (mg/l)	13,27	14,23	11,55	12,38
Saturazione ossigeno (%)	106,30	108,80	102,60	102,50
Deficit saturazione ossigeno (%)	6,30	8,80	2,60	2,50
pH	7,59	7,76	0,00	7,38
Conducibilità (mS/cm)	37,00	39,00	50,00	45,00
Solidi sospesi (mg/l)	<10	<10	<10	<10
BOD ₅ (mg/l O ₂)	0,81	<0,5	0,87	<0,5
COD (mg/l O ₂)	<5	<5	<5	<5
Azoto nitrico (N - mg/l)	0,77	0,71	0,85	0,85
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Azoto totale (N - mg/l)	<1	<1	<1	<1
Fosforo totale (P - mg/l)	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformi totali (MPN/100 ml)	12,60	4,00	5,20	9,80
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml)	4,00	2,00	<1	<1
LIMeco punteggio	0,875	0,875	0,875	0,875
LIMeco giudizio	elevato	elevato	elevato	elevato
LIM punteggio	520	520	520	520
LIM classe	livello 1	livello 1	livello 1	livello 1
LIMeco Deficit saturazione ossigeno (%)	1,000	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale (mg/l)	1,000	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto nitrico (mg/l)	0,500	0,500	0,500	0,500
LIMeco Fosforo totale (mg/l)	1,000	1,000	1,000	1,000
LIM Deficit saturazione ossigeno (%)	80	80	80	80
LIM BOD ₅ (mg/l O ₂)	80	80	80	80
LIM COD (mg/l O ₂)	80	80	80	80
LIM Azoto ammoniacale (N - mg/l)	80	80	80	80
LIM Azoto nitrico (N - mg/l)	40	40	40	40
LIM Fosforo totale (P - mg/l)	80	80	80	80
LIM <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml)	80	80	80	80

6.7 COMPONENTI BIOTICHE

Per quanto riguarda le componenti biotiche, le indagini di campo sono state limitate alla sola fauna macrobentonica.

Rispetto alle altre componenti previste dalle LG:

- la fauna ittica non è stata indagata per i motivi descritti nell'apposito paragrafo.
- Le macrofite acquatiche non sono state indagate, in quanto l'ambiente in questione non si presta ad una colonizzazione significativa da parte di questa componente. La combinazione di altitudine elevata, velocità di corrente forte, turbolenza accentuata e substrato duro non consente, infatti, uno sviluppo abbondante e ben diversificato delle macrofite. Si può ipotizzare che diversità e copertura siano insufficienti all'applicazione dell'Indice IRBM.

6.7.1 COMUNITÀ MACROBENTONICA

Le indagini effettuate sono state condotte con la metodologia multihabitat proporzionale, volta all'applicazione dell'indice STAR_ICMi, in due zone, una poco a monte del punto previsto di presa, ed una nel tratto derivato, poco a monte del ponte con la SP (Figura 5.2).

Le indagini sono state effettuate in due momenti stagionali: uno in corrispondenza di un periodo di magra, rappresentativo dei mesi invernali, il secondo in un periodo di morbida, rappresentativo dei mesi primaverili.

Di seguito viene presentata la tipizzazione del macrotipo fluviale necessaria per il calcolo dell'indice.

Tabella 6.13: tipizzazione del macrotipo fluviale del Rio Arsa nelle zone campionate

Idroecoregione	01 Alpi Occidentali
Area regione	01PI
Codice tipo	01SS2
Macrotipo	A2 siliceo
Classe di distanza dalla sorgente	5-25 km piccolo
ORD MacOper	N_11

In occasione delle indagini sono state selezionate le tipologie di microhabitat presenti nei tratti di indagine, che sono di seguito elencate in tabella e permettono la standardizzazione dei campionamenti in riferimento ai tratti censiti.

Tabella 6.14: tipologie di microhabitat selezionate per le indagini sui macroinvertebrati nel Rio Arsa (marzo 2016)

Microhabitat individuati	Numero di repliche effettuate (area totale 1 m ²)	
	Zona presa	Tratto derivato
MGL - Megalithal massi che superano i 40 cm	5	2
MAC - Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm	4	4
MES - Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm	1	4

Tabella 6.15: tipologie di microhabitat selezionate per le indagini sui macroinvertebrati nel Rio Arsa (maggio 2016)

Microhabitat individuati	Numero di repliche effettuate (area totale 1 m ²)	
	Zona presa	Tratto derivato
MGL - Megalithal massi che superano i 40 cm	2	3
MAC - Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm	4	4
MES - Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm	3	3

I risultati dell'applicazione del campionamento multihabitat proporzionale ed il relativo indice STAR_ICMi calcolato sono di seguito presentati e commentati. Come si può vedere dai dati il torrente presenta un giudizio Elevato riferito alla componente macrobentonica presente, per quanto riguarda il tratto a valle degli scarichi. Per quanto riguarda il tratto in corrispondenza della prevista opera di presa il giudizio STAR_ICMi risulta "Buono" seppur al limite con un giudizio "Elevato". Il corso d'acqua non presenta criticità evidenti dal punto di vista della qualità biologica del corso d'acqua. La situazione può essere messa in relazione con le peculiarità dei microhabitat presenti, con minore diversificazione ambientale e maggior ombreggiatura nella stazione di monte.

Tabella 6.16: risultato dell'applicazione dell'Indice STAR_ICMi al Rio Arsa

Stazione			zona presa	tratto derivato	zona presa	tratto derivato
Data			10-mar-16	10-mar-16	20-mag-16	20-mag-16
Metrica	Valori di riferimento	peso	Punteggio	Punteggio	Punteggio	Punteggio
Indice ASPT	6,8240	0,334	6,550	6,571	6,500	6,789
Indice EPTD	2,6820	0,266	2,064	2,797	1,914	2,083
Indice GOLD	0,8610	0,067	0,625	0,665	0,837	0,588
N° famiglie	19,0000	0,167	21	26	21	23
Indice EPT	11,0000	0,083	12	14	10	12
Indice di Shannon	1,7830	0,083	2,198	2,391	2,198	2,008
STAR_ICMi punteggio	1,008		0,938	1,083	0,921	0,962
STAR_ICMi giudizio			buono	elevato	buono	elevato

Figura 6.39: risultati dell'indice STAR_ICMi in forma grafica

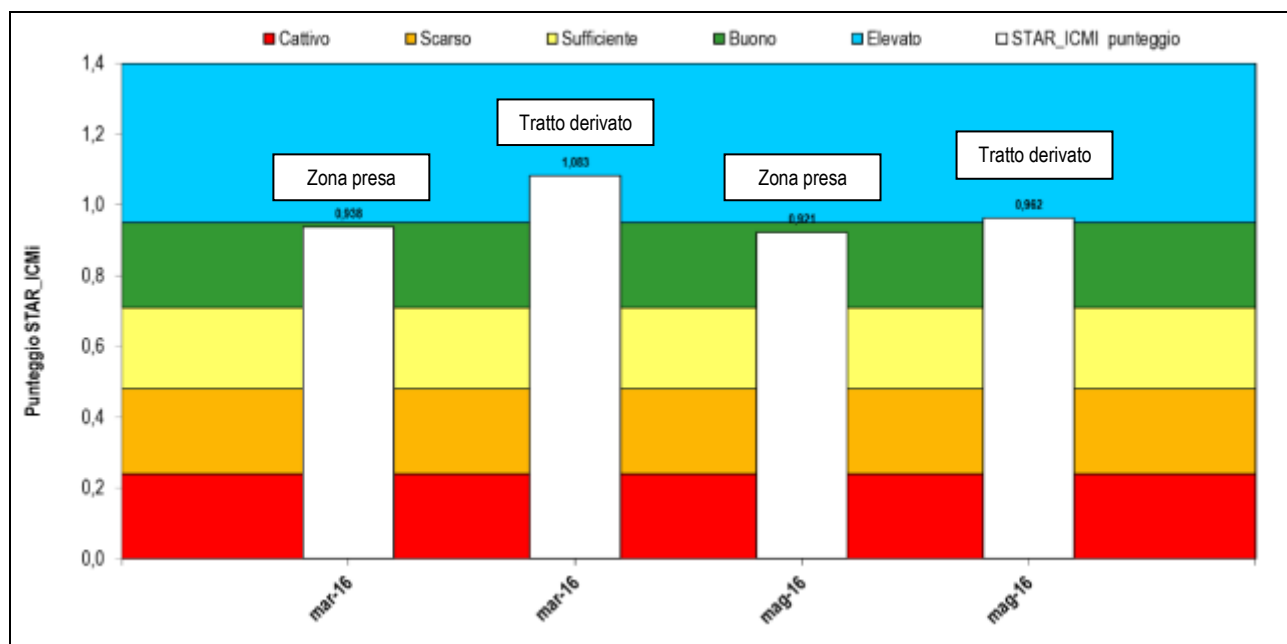


Figura 6.40: abbondanza della comunità macrobentonica del Rio Arsa nei diversi campionamenti

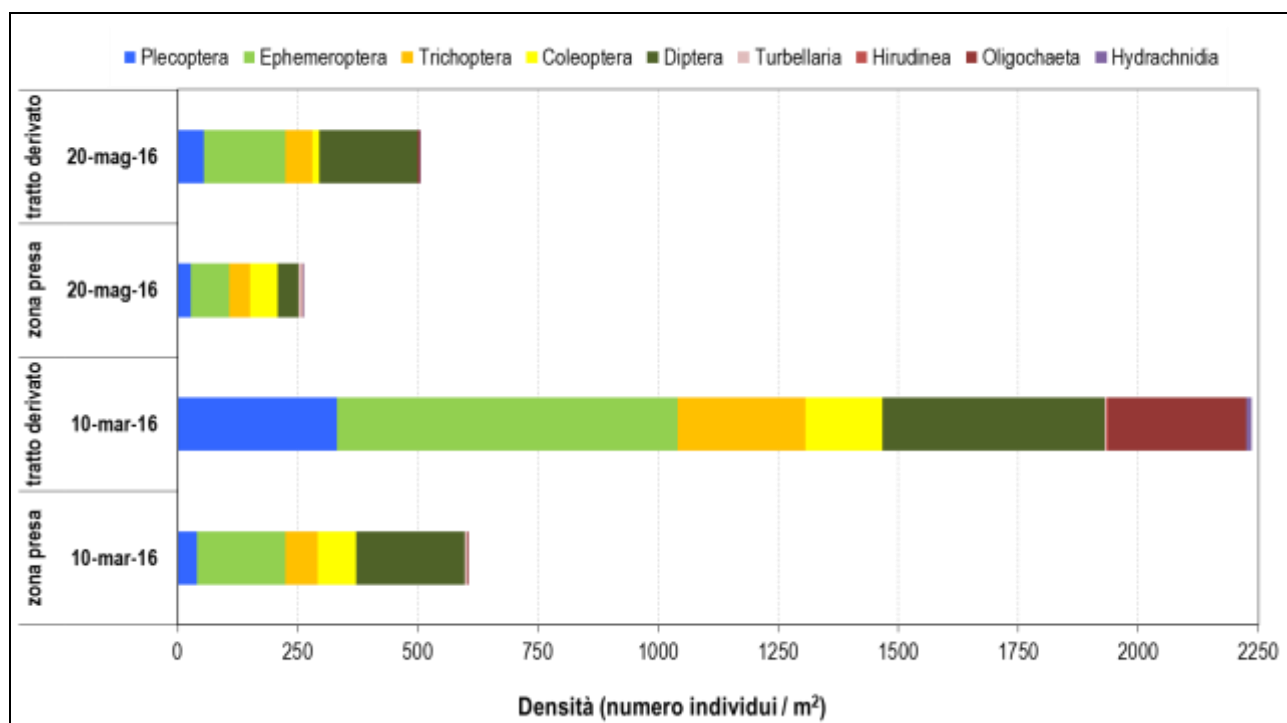
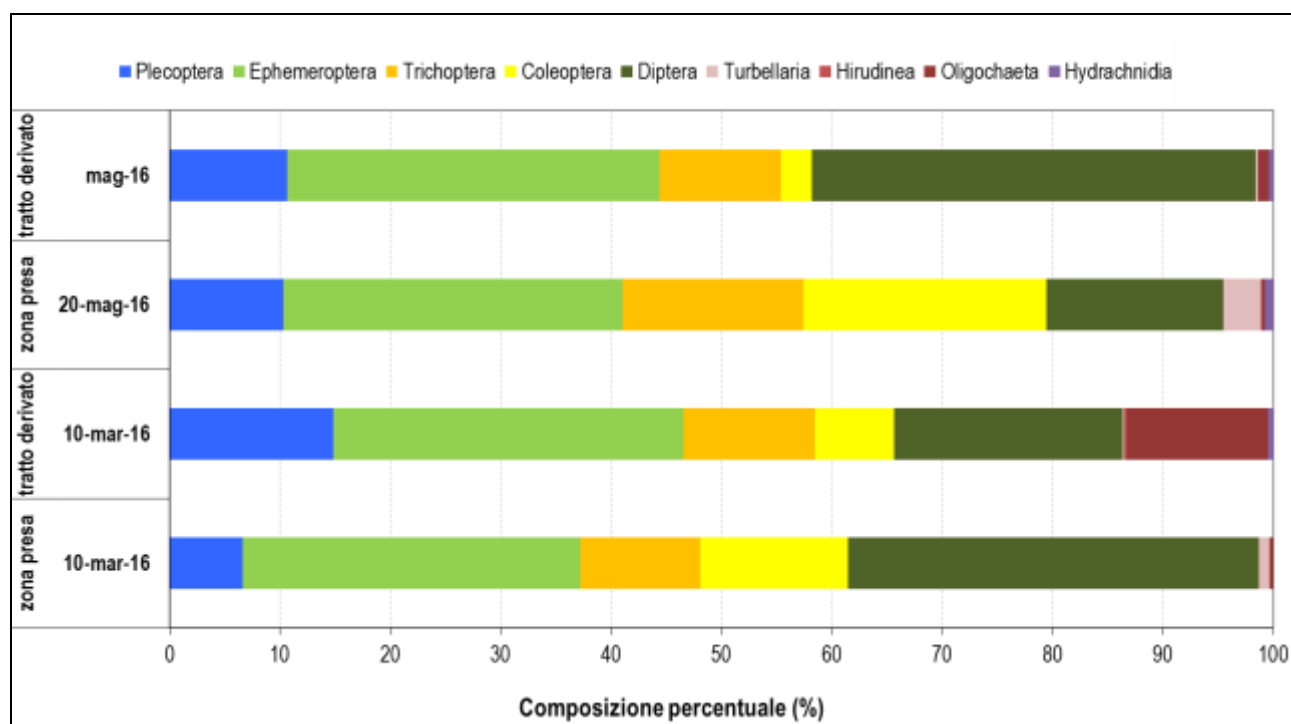


Figura 6.41: composizione percentuale della comunità macrobentonica del Rio Arsa nei diversi campionamenti



Marzo 2016

Il campionamento della zona di monte, in corrispondenza della prevista opera di presa, ha portato alla cattura di 25 taxa validi per il calcolo dell'indice, per un totale di 21 famiglie. La densità totale, pari a 604 individui/m² è da ritenersi soddisfacente, considerato l'ambiente dominato da substrato a grandi massi, che limitano i microhabitat disponibili.

In termini di diversità, il gruppo più rappresentato è quello dei Plecotteri, con 6 taxa, seguiti da Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri con 4 ciascuno, dai Coleotteri con 3 taxa e da Tricladi e Oligocheti con un *taxon*.

La comunità macrobentonica è risultata numericamente dominata da: Ditteri della famiglia Chironomidae con il 30,4% del totale, seguiti da Efemerotteri del genere *Baetis* con il 20% e Coleotteri della famiglia Elmidae con l'11,9%. A livello di ordine i più abbondanti sono i Ditteri, che rappresentano il 37% della comunità, seguiti dagli Efemerotteri con il 30,6%

L'indice di Shannon è pari a 2,198, valore piuttosto elevato, superiore ai valori di riferimento. Su un totale di 21 famiglie, 11 appartengono al gruppo EPT (Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri), cioè quello degli organismi più sensibili.

L'applicazione dell'Indice STAR_ICMi porta ad un punteggio pari a 0.938, corrispondente allo stato "buono", seppur al limite con uno stato "elevato".

Il campionamento del tratto derivato, ha portato alla cattura di 30 taxa validi per il calcolo dell'indice, per un totale di 26 famiglie. La densità totale, pari a 2236 individui/m² è da ritenersi molto elevata, e dovuta all'abbondanza di diversi taxa tra cui i più abbondanti sono Efemerotteri, Ditteri e Plecotteri.

In termini di diversità, il gruppo più rappresentato è quello dei Plecotteri, con 7 taxa, seguiti da Tricotteri e Ditteri, con 6, Efemerotteri, con 5, Oligocheti con 2, Hirudinei, Turbellari e Coleotteri con 1 taxa ciascuno.

La comunità macrobentonica è risultata numericamente dominata da: Ditteri della famiglia Chironomidae con il 18,7% del totale, seguiti da Oligocheti della famiglia Naididae, con il 12,3% e Efemerotteri del genere *Baetis* con l'11,6%.

A livello di ordine i più abbondanti sono gli efemerotteri, che rappresentano il 31,7% della comunità, seguiti dai Ditteri, con il 20,6%

L'indice di Shannon è pari a 2,391, valore non particolarmente alto, superiore al valore di riferimento. Su un totale di 26 famiglie, 18 appartengono al gruppo EPT (Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri), cioè quello degli organismi più sensibili.

L'applicazione dell'Indice STAR_ICMi porta ad un punteggio pari a 0.938, corrispondente allo stato "buono", seppur al limite con uno stato "elevato".

I risultati ottenuti evidenziano che la comunità macrobentonica è in salute in condizioni pressoché ottimali. Appare evidente che, vista la breve distanza tra le due stazioni e la qualità lievemente peggiore nella stazione di monte, la situazione sia imputabile unicamente alla maggior disponibilità di habitat in corrispondenza della stazione di valle. La stazione di monte risulta invece influenzata dalla predominanza di Megalithal, che determinano una minore presenza di spazi interstiziali colonizzabili dal macrobenthos. La situazione influisce anche sulla diversità della comunità macrobentonica.

Maggio 2016

Il campionamento della zona di monte, in corrispondenza della prevista opera di presa, ha portato alla cattura di 24 taxa validi per il calcolo dell'indice, per un totale di 21 famiglie. La densità totale, pari a 263 individui/m² è da ritenersi sufficiente, considerato l'ambiente dominato da substrato a grandi massi, che limitano i microhabitat disponibili. Le densità riscontrate sono paragonabili a quanto riscontrato in condizioni di magra.

In termini di diversità, i gruppi più rappresentati sono quelli dei Plecotteri, Efemerotteri e Ditteri, con 5 taxa ciascun, seguiti dai Tricotteri con 3, dai Coleotteri e Tricladi, con 2, Oligocheti e Hydracarina con 1 *taxon*.

La comunità macrobentonica è risultata numericamente dominata da: Efemerotteri della famiglia Heptageniidae con il 25,5% del totale, seguiti da coleotteri della famiglia Scirtidae con il 20% e Ditteri della famiglia Chironomidae con il 13,7%.

A livello di ordine i più abbondanti sono gli Efemerotteri con il 30,8%, seguiti dai coleotteri con il 22%.

L'indice di Shannon è pari a 2,198, valore piuttosto elevato, superiore ai valori di riferimento. Su un totale di 21 famiglie, 10 appartengono al gruppo EPT (Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri), cioè quello degli organismi più sensibili.

L'applicazione dell'Indice STAR_ICMi porta ad un punteggio pari a 0.921, corrispondente allo stato "buono".

Il campionamento del tratto derivato, ha portato alla cattura di 26 taxa validi per il calcolo dell'indice, per un totale di 23 famiglie. La densità totale, pari a 507 individui/m² è da ritenersi soddisfacente. Le densità inferiori al campionamento effettuato in magra sono appunto riferite alla condizione di morbida, che determina una minore densità bentonica in accordo alle condizioni idriche più estreme.

In termini di diversità, il gruppo più rappresentato è quello dei Plecotteri, con 6 taxa, seguiti da Efemerotteri e Ditteri, con 5, Tricotteri con 4, Coleotteri ed Oligocheti con 2, Turbellari e Hydracarina con 1 taxa ciascuno.

La comunità macrobentonica è risultata numericamente dominata da: Ditteri della famiglia Chironomidae con il 38,3% del totale, seguiti da Efemerotteri della famiglia Heptageniidae, con il 18%.

A livello di ordine i più abbondanti sono i Ditteri, che rappresentano il 40% della comunità, seguiti dagli Efemerotteri Ditteri, con il 33,7%

L'indice di Shannon è pari a 2,008, valore non particolarmente alto, ma superiore al valore di riferimento. Su un totale di 23 famiglie, 12 appartengono al gruppo EPT (Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri), cioè quello degli organismi più sensibili.

L'applicazione dell'Indice STAR_ICMi porta ad un punteggio pari a 0.962, corrispondente allo stato "Elevato".

I risultati ottenuti evidenziano che la comunità macrobentonica è in salute e in condizioni pressochè ottimali. Appare evidente che, vista la breve distanza tra le due stazioni e la qualità lievemente peggiore nella stazione di monte, la situazione sia imputabile unicamente alla maggior disponibilità di habitat in corrispondenza della stazione di valle. La stazione di monte risulta invece influenzata dalla predominanza di Megalithal, che determinano una minore presenza di spazi interstiziali colonizzabili dal macrobenthos. La situazione influisce anche sulla diversità della comunità macrobentonica.

Si allegano di seguito i risultati di dettaglio dei campionamenti effettuati.

Tabella 6.17: risultato dei campionamenti quantitativi di macroinvertebrati

Stazione	Stazione	zona presa	tratto derivato	zona presa	tratto derivato
Data	Data	10-mar-16		20-mag-16	
GRUPPO	FAMIGLIA	Densità (n/m²)	Densità (n/m²)	Densità (n/m²)	Densità (n/m²)
Plecoptera	Chloroperlidae	1	17	0	3
Plecoptera	Leuctridae	9	84	8	9
Plecoptera	Nemouridae	20	151	18	19
Plecoptera	Perlidae	6	66	26	21
Plecoptera	Perlodidae	4	13	2	2
Ephemeroptera	Baetidae	121	260	22	75
Ephemeroptera	Heptageniidae	60	432	134	92
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	4	18	6	4
Trichoptera	Hydropsychidae	22	74	78	39
Trichoptera	Hydroptilidae	1	11	0	0
Trichoptera	Limnephilidae	30	2	0	0
Trichoptera	Odontoceridae	0	0	0	2
Trichoptera	Philopotamidae	4	7	2	2
Trichoptera	Psychomyiidae	0	7	0	0
Trichoptera	Rhyacophilidae	10	165	6	13
Coleoptera	Elmidae	72	160	8	12
Coleoptera	Hydraenidae	1	0	0	0
Coleoptera	Scirtidae	8	0	108	2
Diptera	Athericidae	1	1	2	1
Diptera	Blephariceridae	0	0	2	0
Diptera	Ceratopogonidae	0	2	0	0
Diptera	Chironomidae	184	419	72	194
Diptera	Empididae	0	22	2	2
Diptera	Limoniidae	28	17	6	2
Diptera	Simuliidae	12	2	0	5
Turbellaria	Dugesidae	6	0	16	1
Turbellaria	Planariidae	0	4	2	0
Hirudinea	Glossiphoniidae	0	5	0	0
Oligochaeta	Lumbricidae	2	10	2	4
Oligochaeta	Naididae	0	276	0	1
Hydrachnidia	Hydracarina	0	11	4	2
TOTALE		606	2236	526	507

6.7.2 FAUNA ITTICA

Il tratto di torrente oggetto di studio presenta caratteristiche ambientali potenzialmente ascrivibili alla zona a Salmonidi, in particolare a quella per la trota fario.

Sono documentati ripopolamenti ittici di trota fario nel tratto alto del torrente. Per quanto riguarda il tratto in esame l'unica porzione colonizzabile stabilmente dalla fauna ittica riguarda i primi 400 m circa del tratto derivato, da parte di fauna ittica in discesa dal tratto alto.

L'interruzione dell'habitat fluviale poco a valle dell'opera di presa, a causa dei periodi di secca che caratterizzano questo torrente, rendono lo studio della fauna ittica, relativamente al tratto derivato, poco utile.

Il popolamento ittico, probabilmente presente anche per risalita dal Fiume Toce nei periodi di piena, non è infatti stabile a causa delle caratteristiche estreme del regime idrologico del Rio Arsa.

Si fa notare inoltre che la risalita dal F. Toce può avvenire al massimo fino al sottopasso del Canale Tessenderlo, che costituisce una discontinuità invalicabile.

6.7.3 ALTRA FAUNA

Per quanto riguarda l'erpetofauna, in considerazione delle caratteristiche della zona oggetto di studio si può supporre che siano presenti la rana rossa di montagna (*Rana temporaria*) e la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*). La prima utilizza i corpi idrici stagnanti o le zone marginali a lento decorso dei torrenti solo per la fase riproduttiva, mentre da adulta conduce vita terricola. La salamandra pezzata conduce vita terricola allo stadio adulto e si riproduce in piccoli riali possibilmente privi di ittiofauna e con modesta portata e turbolenza; il Rio Arsa nel tratto di interesse è pertanto poco fruibile da tale specie.

Per quanto riguarda il tratto più basso, le aree laterali e le pozze d'acqua isolate possono essere fruibili per la riproduzione del rospo comune (*Bufo bufo*).

Per i mammiferi è possibile la presenza del toporagno d'acqua (*Sorex fodiens*) e del toporagno acquatico di Miller (*Neomys anomalus Cabrera*).

Per gli uccelli è probabile la presenza del merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*) e della ballerina bianca (*Motacilla alba*).

Per i rettili è possibile la presenza della natrice dal collare (*Natrix natrix*) e della natrice tessellata (*Natrix tessellata*).

7 ANALISI DEGLI IMPATTI SULL'ECOSISTEMA ACQUATICO E IPOTESI DI MITIGAZIONE – FASE DI CANTIERE

In questo paragrafo sono analizzati i principali impatti relativi alla fase di cantiere, indicando per ciascuno le misure di mitigazione più opportune.

7.1 DEVIAZIONE DEL CORSO D'ACQUA

I lavori in alveo, per la realizzazione dell'opera di presa, dovranno essere effettuati evitando di deviare completamente il corso del fiume, garantendo costantemente, a valle del punto in cui essi si svolgono, la presenza di un deflusso d'acqua sufficiente alla sopravvivenza delle biocenosi. Si tratta di un impatto temporaneo che termina con la fine dei lavori e il ripristino dello stato iniziale dell'alveo, che dovrà essere effettuato a cura della ditta esecutrice dei lavori.

Eventuali recuperi e trasferimenti di fauna ittica (se presente) dovranno essere concordati con l'autorità competente. In ogni caso il tratto in esame è poco idoneo ad ospitare comunità ittiche stabili ed in grado di autosostenersi.

7.2 ESECUZIONE DI LAVORI ALL'INTERNO DELL'ALVEO

Per minimizzare il problema del trasporto solido dovuto al sommovimento dell'alveo sarà opportuno far sì che l'acqua fluente da monte passi a fianco della zona di alveo interessata dai lavori, in modo da ridurre, quanto più possibile, il quantitativo d'acqua che, scorrendovi attraverso, porta in sospensione il materiale fine. L'impatto è temporaneo e cesserà con la fine dei lavori in alveo; l'eventuale accumulo di materiale fine, sedimentato a valle della zona dei lavori, sarà eliminato naturalmente dal primo evento di morbida.

7.3 RISCHIO DI VERSAMENTO ACCIDENTALE DI SOSTANZE INQUINANTI

Questo problema riguarda principalmente la possibilità che carburanti o lubrificanti raggiungano accidentalmente il fiume o che le gettate di cemento fresco entrino a contatto diretto con l'acqua. Questi impatti sono di natura temporanea e potenziale, in quanto il rischio sussiste solo durante la presenza dei mezzi di lavoro e può comunque essere evitato con gli accorgimenti citati.

7.3.1 MISURE PER CONTENERE VERSAMENTI ACCIDENTALI DI INQUINANTI IN CANTIERE

Lo stoccaggio, la manipolazione e il rifornimento di carburante, lubrificanti e fluidi idraulici dei mezzi deve avvenire in un opportuno luogo, distante almeno 30 m dal corso d'acqua e scelto in modo che, fuoriuscite accidentali di liquidi, non possano giungere ad esso; deve essere predisposto un piano di emergenza per il contenimento di eventuali fuoriuscite. I Kit di prima emergenza possono p.e. costituire una dotazione di sicurezza da posizionarsi in tutti quei luoghi nei quali sono possibili versamenti o perdite accidentali di liquidi,

dove quindi è necessario avere una dotazione di materiali assorbenti pronta per l'intervento (es. deposito scarico fusti, deposito carburanti ecc.). In base ai diversi modelli, i kit contengono panni, cuscini, barriere assorbenti, sacchi per la raccolta e dispositivi di protezione individuale quali tute monouso, guanti e occhiali.

7.3.2 PRECAUZIONI NELL'USO DI CEMENTO E CALCESTRUZZO

Il contatto tra l'acqua e la colata di cemento deve essere evitato per un minimo di 48 ore dalla gittata se la temperatura atmosferica è sopra lo zero e per almeno 72 ore se è sottozero, in quanto il cemento liquido è alcalino e fortemente tossico per gli organismi acquatici. Le zone di lavoro dove si fa uso di cemento devono, quindi, essere isolate da ogni possibile ingresso diretto o indiretto nel corso d'acqua di acque di scolo. E' opportuno monitorare frequentemente il pH a valle della zona dei lavori, intervenendo se questo cambia di più di una unità o se esce dal range 6-9 unità.

7.4 IMPEDIMENTO ALLA PERCORRIBILITÀ DOVUTO ALLA REALIZZAZIONE DI ATTRAVERSAMENTI

Il tratto è già ricco di punti invalicabili, sia naturali che artificiali, per cui il problema non sussiste, nemmeno in via temporanea. Eventuali attraversamenti di cantiere saranno comunque rimossi al termine dei lavori.

8 ANALISI DEGLI IMPATTI SULL'ECOSISTEMA ACQUATICO E IPOTESI DI MITIGAZIONE – FASE DI ESERCIZIO

In questo capitolo sono presi in esame gli impatti che possono essere generati dal funzionamento dell'impianto e le misure di mitigazione che sono state previste.

8.1 IDROLOGIA: RIDUZIONE DELLA PORTATA NATURALE

Questo è il principale impatto determinato dall'esercizio dell'opera in progetto, a causa del prelievo idrico operato rispetto alla portata naturale del torrente.

Come già detto, il primo tratto, di circa 200 m, del tratto derivato è già soggetto a DMV della centrale dei Servizi Ecologici dell'Ossola, di conseguenza il prelievo in questo tratto avverrà solo in condizioni di abbondanza idrica o di fermo degli impianti a monte.

La principale misura di mitigazione per la perdita di habitat acquatico sarà rappresentata dal rilascio del Deflusso Minimo Vitale. Il calcolo secondo la metodologia attualmente in vigore, stabilita dal Piano di Tutela delle Acque, ai sensi dell'art. 6, comma 5 del D.P.G.R. 17/07/2007 n° 8/R determina un DMV di base pari a 92,66 l/sec.

Per quanto riguarda la portata rilasciata, l'impianto in progetto è soggetto alla modulazione dei rilasci, in modo da conservare, seppur attenuata, la naturale variabilità del regime dei deflussi, in quanto si tratterà di un nuovo prelievo di portata massima complessiva istantanea maggiore di 500 l/sec. Nel caso in esame si è proceduto valutando una modulazione di tipo A secondo le modalità previste dal regolamento 8/R Allegato C ed in particolare il calcolo del DMV modulato sarà eseguito nel rispetto della seguente espressione:

$$Q_r = DMV_{base} + 10\%(Q_t - DMV_{base})$$

Il risultato dell'applicazione di questa formula sulle portate naturali disponibili alla sezione di presa ha l'effetto ottenere una portata di DMV elevata in corrispondenza della traversa di presa che, come già detto, deriverà solo in caso di esubero di portate da parte delle opere di presa site nella porzione superiore del corso d'acqua (Centrali Enel, SEO e Solvalore, in iter).

Di seguito vengono presentate in forma tabella re e grafica l'andamento delle portate medie mensili rilasciate e derivate e le curve di durata delle portate allo stato attuale ed in fase di esercizio.

Tabella 8.1: sintesi dei parametri di concessione

	DEFLUSSO	DMV base	DMV complessivo (base + modulato)	PORTATA DERIVABILE	PORTATA DERIVATA	RILASCI
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
GENNAIO	135,68	92,66	96,96	38,72	38,72	96,96
FEBBRAIO	223,84		105,77	118,07	118,07	105,77
MARZO	294,97		112,89	182,09	182,09	112,89
APRILE	784,84		161,87	622,97	622,97	161,87
MAGGIO	1427,83		226,17	1201,66	1200,00	227,83
GIUGNO	1123,58		195,75	927,84	927,84	195,75
LUGLIO	968,09		180,20	787,89	787,89	180,20
AGOSTO	771,89		160,58	611,31	611,31	160,58
SETTEMBRE	826,77		166,07	660,70	660,70	166,07
OTTOBRE	1099,79		193,37	906,42	906,42	193,37
NOVEMBRE	884,23		171,81	712,41	712,41	171,81
DICEMBRE	348,22		118,21	230,01	230,01	118,21
VALORE MEDIO	740,81		157,47		583,20	157,61

Figura 8.1: andamento delle portate derivate e rilasciate in un anno medio nel Rio Arsa

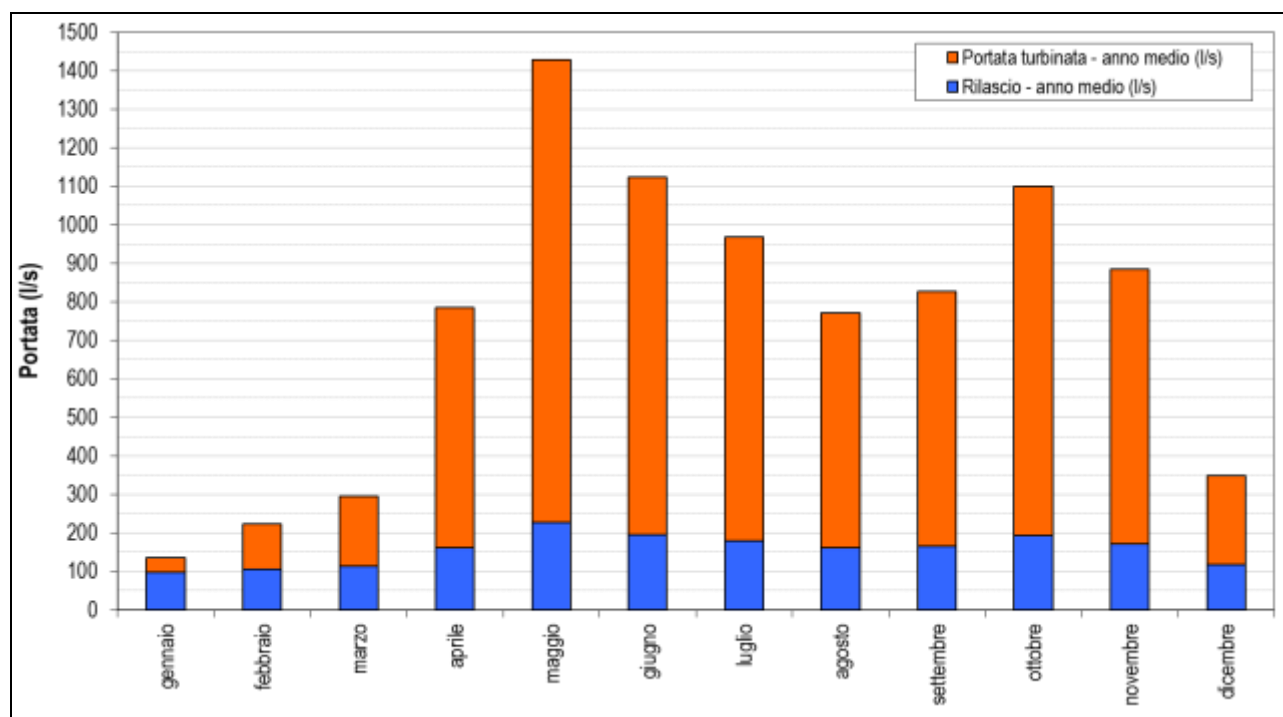
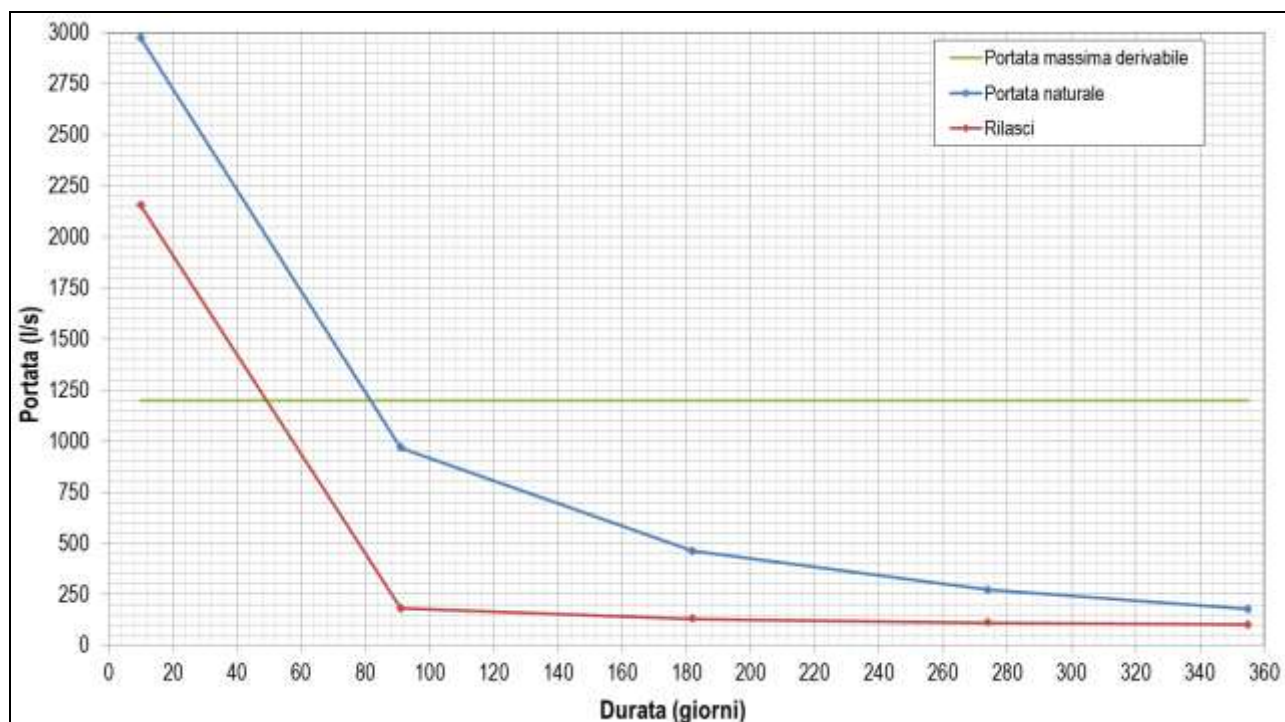


Figura 8.2: curve di durata delle portate del Rio Arsa a valle degli scarichi in condizioni attuali (in blu) ed in condizioni di esercizio dell'impianto (in rosso).



Il dato medio mensile mostra un appiattimento pressoché totale del regime idrologico nel tratto derivato. In realtà, osservando la curva di durata media delle portate annuali, riportata in Figura 8.2, si nota che la perturbazione sarà meno grave in quanto, oltre la Q90 i rilasci si incrementeranno in modo consistente in ragione del regime idrologico torrentizio del T. Arsa, che raggiunge elevate portate in occasione del disgelo o di eventi meteorici di entità consistente.

Ad esempio per circa 60 giorni/anno si prevedono rilasci di circa 800 l/s.

Si riportano alcune immagini esplicative del tratto sito a valle degli scarichi delle centrali esistenti, dove già allo stato attuale la condizione di permeabilità del substrato genera infiltrazioni delle portate fino ad una completa asciutta, alternate a periodi di piena, laddove le condizioni di portata non potranno modificarsi in maniera sostanziale dopo l'entrata in funzione dell'impianto in progetto.

Figura 8.3: vista da valle del dislivello in corrispondenza del sottopassaggio del Canale Tessenderlo in condizioni di magra (a sinistra, 10 marzo 2016) e di piena (a destra, 5 maggio 2016)



Rispetto alle valutazioni degli impatti previste dalle LG, si osserva che:

- media annua delle portate naturali = 740,81 l/s
- portata naturale $Q_{274} = 272,43$ l/s
- portata media derivata, calcolata su base giornaliera: 583,20 l/s
- rilascio in $Q_{274} = 110,6$ l/s

Ne consegue che:

- la riduzione di volume medio defluito tra la condizione *ante-opera* e *post-opera* è pari al 78,7%; questo valore comporta il **superamento della soglia di allarme**.
- la riduzione di volume defluito per le portate inferiori alla Q_{274} tra la condizione *ante-opera* e *post-opera* è pari al 59,4%; questo valore comporta il **superamento della soglia di allarme**.

In sintesi è importante notare che, nonostante i volumi derivati siano notevoli:

- Le condizioni di magra del tratto a valle dell'opera di presa non cambieranno, siccome il DMV, calcolato sulle portate naturali disponibili alla presa è cautelativo ed al momento sono presenti situazioni di portata inferiori al DMV, come documentato nella misura effettuata in marzo 2016, in cui le portate risultavano pari a 68,5 l/s.
- L'ambiente del tratto a valle degli scarichi delle centrali esistenti, che verranno captati, oltre ad essere caratterizzato da una serie di discontinuità artificiali, è soggetto a significativi fenomeni di subalveo che portano ad asciutte totali, di conseguenza l'ambiente acquatico è, già allo stato di fatto, poco stabile e di modesta valenza ecologica.

- Le portate di piena del T. Arsa determineranno sfiori consistenti per un considerevole numero di giorni.

Nel complesso, il DMV previsto sarà in grado di evitare modifiche consistenti delle biocenosi acquatiche attualmente presenti e già impoverite dalle condizioni del corso d'acqua.

8.2 IDROLOGIA: HYDROPEAKING

La centrale in progetto prevede la derivazione in continuo delle portate, senza alcun bacino di accumulo. Inoltre le portate vengono rilasciate direttamente nel Fiume Toce escludendo possibilità di hydropeaking nel Rio Arsa dovuto al funzionamento della centrale.

Si ipotizza che l'unico motivo di hydropeaking potrebbe derivare dall'improvviso fermo della derivazione. In questo caso verrebbero restituiti in alveo, oltre alle portate del bacino residuo, anche le portate delle centrali i cui scarichi sono derivati dall'impianto in progetto. In questo caso potrebbe determinarsi un incremento di portata massimo di 1200 l/s, dovuto all'immissione della massima portata turbinabile dalla centrale in progetto.

Allo stato attuale il tratto è soggetto a fenomeni di Hydropeaking dovuto al rilascio discontinuo delle portate da parte degli impianti preesistenti, come evidenziato durante i sopralluoghi effettuati (vedi Figura 5.6).

8.3 IDRAULICA DELLA CORRENTE E DURATE DI ALLUVIONAMENTO DELL'ALVEO

Le simulazioni effettuate permettono di delineare i parametri idraulici in funzione delle portate rilasciate.

Si evidenzia che le portate medie di DMV, salvo gli sfiori, andranno da un minimo di circa 97 l/s in gennaio ed un massimo di 227 l/s in maggio.

Le simulazioni evidenziano un miglioramento delle condizioni ecologico-idrauliche a partire da portate di circa 300 l/s.

Di conseguenza solo in condizioni di sfioro l'ambiente idrico ripristinerà condizioni funzionali. Di contro, allo stato attuale, in condizioni di magra, a valle degli scarichi le portate scendono già a valori paragonabili a quelli del DMV citato, per diminuire progressivamente sino ad una completa asciutta, come dimostrato in paragrafo 6.5.

Per quanto riguarda l'indicatore richiesto dalle LG, ovvero il rapporto tra perimetro bagnato post opera rispetto al perimetro bagnato ante opera in corrispondenza delle portate di riferimento Q120 e Q300, **si prevede il superamento della soglia di allerta.**

Il calcolo è stato effettuato sulla base delle due curve di portata media in ante e post opera e dalla simulazione effettuata relativa al variare del pelo libero dell'acqua nelle sezioni censite.

8.4 DIMINUZIONE DELLO SPAZIO VITALE PER LA FAUNA

Il DMV previsto salvaguarderà il possibile utilizzo del Rio Arsa da parte della fauna che ne frequenta le rive e per la prima porzione, di circa 600 m del tratto derivato, fino al sottopassaggio del canale Tessenderlo.

Per quanto riguarda l'ambiente acquatico si evidenzia che già allo stato attuale i periodi di magra presentano portate paragonabili a quelle di DMV. Inoltre, in considerazione dei fenomeni di subalveo presenti l'alveo bagnato è discontinuo durante l'anno, in particolare a valle del sottopassaggio del Canale Tessenderlo.

Di conseguenza gli ultimi 500 m del tratto derivato sono già caratterizzati da condizioni di alterazione, con assenza di habitat acquatico per lunghi periodi durante l'anno.

8.5 MORFOLOGIA: EFFETTI SUL TRASPORTO SOLIDO E SULL'ALVEO

Il monitoraggio della morfologia fluviale, come previsto dalle LG, secondo il metodo l'IQMm – Indice di Qualità Morfologica per il monitoraggio (IDRAIM Sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua - Manuale ISPRA, giugno 2014) è stato applicato al tratto derivato. Il trasporto solido viene adeguatamente valutato dagli indicatori A2 ed A4 (presenza di opere di alterazione delle portate solide rispettivamente a monte e nel tratto indagato).

I risultati ottenuti dall'applicazione di questi indicatori possono però fare ragionevolmente ritenere trascurabile l'effetto dell'impianto sulla morfologia fluviale, rispetto a quanto previsto dalle LG, in quanto:

- Il tratto è già soggetto alla presenza di traverse in grado di modificare, seppur limitatamente, il trasporto solido. Queste sono presenti a monte del tratto indagato (traverse delle centrali site a monte) ed all'interno del tratto indagato (briglie di consolidamento e trattenuta).
- La tipologia di presa in progetto, a griglia autopulente, è sostanzialmente "trasparente" al trasporto solido. Non sarà pertanto alterato il bilancio del sedimento a monte e a valle della presa rispetto allo stato attuale. L'eventuale sedimento fine che dovesse accumularsi nel dissabbiatore sarà comunque periodicamente rilasciato a valle durante le morbose naturali, senza generare effetti apprezzabili sulla torbidità.
- L'inserimento dell'opera di presa e degli altri elementi costitutivi dell'opera non richiedono estesi interventi di artificializzazione dell'alveo, che inoltre risulta ampiamente artificializzato da poche decine di metri più a valle della prevista opera di presa.
- L'alveo risulta allo stato attuale già caratterizzato da elementi di alterazione delle sponde e risulta ampiamente confinato fino alla conoide.

8.6 QUALITÀ CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE: DIMINUZIONE DELLA CAPACITÀ DI AUTODEPURAZIONE E DILUIZIONE DEGLI INQUINANTI

L'impianto in progetto non presenta caratteristiche in grado di influenzare la qualità chimico-fisica del tratto.

Il tratto oggetto di derivazione è in un contesto di assenza di fonti inquinanti significative; la presenza antropica è limitata e non esistono scarichi gravanti sul torrente.

Si può pertanto presumere che il prelievo idrico non comporterà problemi alla qualità chimico – fisica delle acque e non determinerà il superamento della soglia di allerta e di allarme previste dalle LG.

8.7 DIMINUZIONE DELLA CAPACITÀ DI OMEOSTASI TERMICA

Si può ipotizzare che il valore previsto di DMV medio sarà sufficiente ad evitare la diminuzione dell'omeostasi termica, limitatamente al primo tratto, in cui le portate in transito non sono soggette a fenomeni di subalveo che determinano una riduzione dei tiranti.

Le condizioni di permeabilità della seconda metà del tratto derivato determinano una riduzione dei tiranti fino alla presenza di pozze isolate e alveo in asciutta.

Di conseguenza l'ultimo tratto che prima del completo subalveo manterrà le condizioni attuali, in cui le porzioni bagnate, con deflusso molto lento, in presenza di alveo ampio, subiranno riscaldamento estivo e raffreddamento invernale fino al congelamento.

8.8 INTERRUZIONE DELLA PERCORRIBILITÀ DELL'ALVEO DA PARTE DEI PESCI

La percorribilità ittica nella zona di presa, è già attualmente impossibile a causa di una serie di traverse in massi cementati siti poco a valle dell'opera di presa.

Risalendo dal Fiume Toce il sottopassaggio del Canale Tessenderlo risulta essere il primo ostacolo completamente impercorribile, anche in condizioni di piena.

A valle di questa discontinuità le frequenti condizioni di asciutta per portate medie del torrente rendono il tratto impercorribile per eventuale fauna ittica in risalita dal F. Toce.

Anche in condizioni di morbida (portate superiori a 700 l/s) le portate in arrivo al Fiume Toce sono molto modeste e sono presenti alcuni tratti con battenti idrici di pochi centimetri, che non consentono la risalita di fauna ittica, come si può vedere dall'immagine di seguito riportata.

Figura 8.4: battenti idrici di pochi centimetri prima della foce nel F. Toce. Il tratto risulta impercorribile anche in condizioni di morbida



Il tratto derivato risulta di conseguenza isolato ed impercorribile dalla fauna ittica. Questa conformazione comporta, di fatto, che la presenza di trote sia possibile solo grazie ad eventuali ripopolamenti anche del tratto a monte. Si ritiene pertanto del tutto superflua la realizzazione di un passaggio artificiale per i pesci.

8.9 VALUTAZIONE DELLE SOGLIE PREVISTE DALLE LINEE GUIDA RISPETTO AGLI EFFETTI SULLE COMPONENTI BIOTICHE

Di seguito si riportano le metriche previste dalle LG per la valutazione della sostenibilità dell'impianto, con l'indicazione dell'eventuale superamento della soglia di allerta o di allarme.

1. Dimensioni del bacino sotteso alla sezione di derivazione: non si verifica la condizione di “allerta” in quanto le dimensioni del bacino sotteso dalla derivazione sono superiori a 10 Km².

2. Presenza di Siti Natura 2000 interferiti dalla regione fluviale influenzata dal prelievo: si verifica la condizione di “allerta” in quanto Il tratto terminale del Rio Arsa, a valle del ponte con la SS33 del Sempione, è inserito nella ZPS IT1140017 “Fiume Toce”. Si evidenzia peraltro che l'alveo del Rio Arsa in questa zona è soggetto a lunghi periodi di subalveo, per cui la derivazione si inserisce in un contesto ambientale già caratterizzato da penuria d'acqua e non caratterizzato da ambienti umidi di rilievo.

3. Localizzazione dell'intervento in Corpi Idrici che costituiscono Aree Protette ai sensi della Direttiva "Acque" 2000/60/CE64: non si verifica la condizione di "allerta" in quanto non ci sono Aree Protette ai sensi della Direttiva "Acque" interferite.

4. Presenza nota di inquinanti specifici: non si verifica la condizione di "allerta" in quanto non risulta la presenza di inquinanti specifici nella regione idrologica interessata dal prelievo.

5. Localizzazione dell'intervento in presenza di siti di Riferimento ai sensi della Direttiva "Acque" 2000/60/CE (individuati o proposti) e di altri di interesse collettivo in senso lato: non si verifica la condizione di "allerta" in quanto non ci sono siti di interesse collettivo interferiti.

6. Estensione delle tipologie a totale coerenza ecologica e dipendenti dal livello di integrità del regime idrologico; non sono presenti formazioni riparie prettamente autoctone né specie igrofile di greto con elevate densità, **per cui si può ritenere che non sia superata la soglia di allerta** che prevede una estensione ≥ 40 % della lunghezza dell'intera regione fluviale influenzata dal prelievo

7. Presenza ed estensione di formazioni di rilievo ecologico funzionale - Appendice A5.4 (valutata sull'intera regione fluviale influenzata dal prelievo). Nel tratto in questione **non risultano presenti formazioni di questo tipo.**

8. Presenza di specie di interesse conservazionistico nell'intera regione fluviale influenzata dal prelievo: non si esclude la presenza o lo stazionamento, nel tratto oggetto di intervento, di specie inserite negli allegati II, IV e V della direttiva "Habitat", in All. I della direttiva "Uccelli", nelle liste rosse Nazionali, Regionali, LR 32/82 e s.m.i. Di conseguenza, **cautelativamente può essere considerata superata la soglia di "allerta"** anche in considerazione del fatto che parte del tratto si trova all'interno della ZPS IT1140017 "Fiume Toce". L'eventuale presenza di queste specie non può in ogni caso essere alterata dal progetto in esame.

9. Integrazione tra Indice di Funzionalità Fluviale e Indice di Funzionalità Fluviale relativo (nell'intera regione fluviale influenzata dal prelievo). L'indice IFF relativo non si colloca in Livello 1 per più del 20% della lunghezza totale del tratto, pertanto **non viene superata la soglia di allerta.**

8.9.1 METRICHE DI VALUTAZIONE PREVISIONALE (CONSENTONO LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO ATTRAVERSO LA DEFINIZIONE DI SCENARI PROGETTUALI).

1. Indice di Funzionalità Fluviale (nelle sezioni notevoli).

L'applicazione previsionale dell'Indice IFF alle condizioni *post opera* non determina variazioni, se non minime, rispetto allo stato attuale, in considerazione del fatto che l'unica variazione plausibile, relativa al parametro "condizioni idriche", è già allo stato attuale compromessa per la presenza di interferenze alle portate dovute alla presenza delle derivazioni (riguardo alla prima parte del tratto derivato) e degli scarichi (nella seconda parte del tratto derivato). Per quanto riguarda gli altri parametri, non si ritiene che subiranno modifiche, sia grazie alle misure di mitigazione previste (il DMV in primo luogo), sia per la conformazione

dell'alveo, già soggetta ad artificializzazioni e a condizioni naturali estreme. **Non si prevede la riduzione del punteggio IFF nel tratto derivato, di conseguenza non si verificherà il superamento della soglia di allerta.**

2. Indice di Funzionalità Fluviale relativo (nelle sezioni notevoli).

Non si prevede il peggioramento dell'IFF relativo nel tratto derivato, sulla base delle considerazioni precedenti. **Non si verificherà pertanto il superamento della soglia di allerta.**

3. Domanda 10 dell'IFF - Idoneità Ittica (nelle sezioni notevoli). L'idoneità ittica, già modesta per via delle condizioni naturali non varierà in condizioni *post operam*. **Non si verificherà pertanto il superamento della soglia di allerta.**

8.10 RIEPILOGO DELLA VALUTAZIONE DELLE SOGLIE PREVISTE DALLE LINEE GUIDA

Nella tabella sottostante sono riepilogate le valutazioni delle soglie previste dalle Linee Guida. In considerazione delle caratteristiche ambientali e di progetto, per il tratto a monte e per quello a valle della centrale, si è stabilito plausibile la non significatività degli impatti. Il progetto in esame non prevede infatti la modifica dei parametri soglia in queste sezioni notevoli.

Nel tratto sotteso si evidenziano 2 superamenti per la soglia di allarme, relativamente al rapporto tra portate defluite medie e in Q274 tra post opera ed ante opera.

Si evidenziano inoltre 3 superamenti della soglia di allerta riguardanti: il rapporto tra perimetro bagnato tra post opera ed ante opera in Q300 e Q120 (come da simulazione). Inoltre la soglia di allerta è stata cautelativamente segnalata per la possibile interferenza con il sito natura 2000 ZPS “Fiume Toce”. Si precisa peraltro che l'ambiente tipico dell'area, ossia il greto non verrà influenzato dal progetto in esame, tanto più che l'area inserita in ZPS presenta spesso fenomeni di asciutta completa anche in ante opera.

Tabella 8.2: riepilogo della valutazione delle soglie previste dalle Linee Guida

COMPARTO	INDICATORE	TRATTO A MONTE DEL PRELIEVO	TRATTO SOTTESO	TRATTO A VALLE
Idrologia	Riduzione del volume defluito (portata media annua)	-		-
	Riduzione del volume defluito (portata Q ₂₇₄)	-		-
	Hydropeaking	-	-	
Idraulica	P ₃₀₀ post / P ₃₀₀ ante	-		
	P ₁₂₀ post / P ₁₂₀ ante	-		
Morfologia	Abbassamento fondo alveo	-		
	Altri indicatori	-		
Qualità fisico-chimica		-		
Caratteristiche sito	Dimensioni del bacino sotteso	-		-
	Interferenza con Siti Natura 2000	-		
	Presenza Aree Protette ai sensi della Dirett. “Acque”	-		-
	Presenza Siti di Riferimento e di altri di interesse collettivo	-		-
	Presenza nota di inquinanti specifici	-		-
Componenti biotiche	Est. % occupata da tipologie vegetali a naturalità elevata	-		
	Presenza formazioni di rilievo ecologico funzionale	-		
	Presenza formazioni di rilievo ecologico funzionale	-		
	Integrazione IFF reale e IFF relativo	-		
	Variazione ante/post opera IFF reale	-		
	Variazione ante/post opera IFF relativo	-		
	Variazione ante/post opera domanda 10 IFF	-		

Legenda	Non superamento soglie	
	Superamento soglia di allerta	
	Superamento soglia di allarme	
	Assenza di informazioni	
	Impatto non significativo per il tratto	-

8.11 INTERAZIONI CON GLI IMPIANTI DI DERIVAZIONE PREESISTENTI

L'asta del Rio Arsa è, allo stato attuale, interessata da altri due impianti di derivazione già attivi e di due in progetto:

- impianto di proprietà dei Servizi Ecologici dell'Ossola (S.E.O.)
 - bacino imbrifero sotteso pari a 10,01 kmq
 - opera di presa sui rii della Porta e Vallaro a quota 999,00 m.s.l.m
 - opera di presa sul rio Arsa a quota 670,60 m.s.l.m
 - restituzione a quota 253,00 m.s.l.m
 - portata massima derivabile sui rii della Porta e Vallaro pari a 280,00 l/sec
 - portata media derivabile sui rii della Porta e Vallaro pari a 96,00 l/sec
 - portata massima derivabile sul rio Arsa pari a 90,00 l/sec
 - portata media derivabile sul rio Arsa pari a 46,00 l/sec
 - inoltre dallo scarico dell'edificio centrale, esclusivamente per le acque provenienti dal Rio Arsa, una portata massima di prelievo di 90,00l/sec ed una portata media di prelievo di 20,00 l/sec per uso potabile
- impianto di proprietà Enel
 - bacino imbrifero sotteso pari a 4,20 kmq
 - opera di presa sul rio Arsa a quota 969,70 m.s.l.m
 - restituzione a quota 247,20 m.s.l.m
 - portata media pari a 151 l/sec
- impianto di proprietà Solvalore in istruttoria
 - bacino imbrifero sotteso pari a 2,44 kmq
 - opera di presa sul rio Arsa a quota 485,90 m.s.l.m
 - restituzione a quota 244,50 m.s.l.m
 - portata massima derivabile sul rio Arsa pari a 700,00 l/sec
 - portata media derivabile sul rio Arsa pari a 201,80 l/sec
- impianto "Mazzuccherò", che intende derivare il Rio Arsa ad una quota di 1267 m s.l.m.; la centrale sarà realizzata a quota 972.5 m s.l.m., rilasciando le acque appena prima della presa Enel.

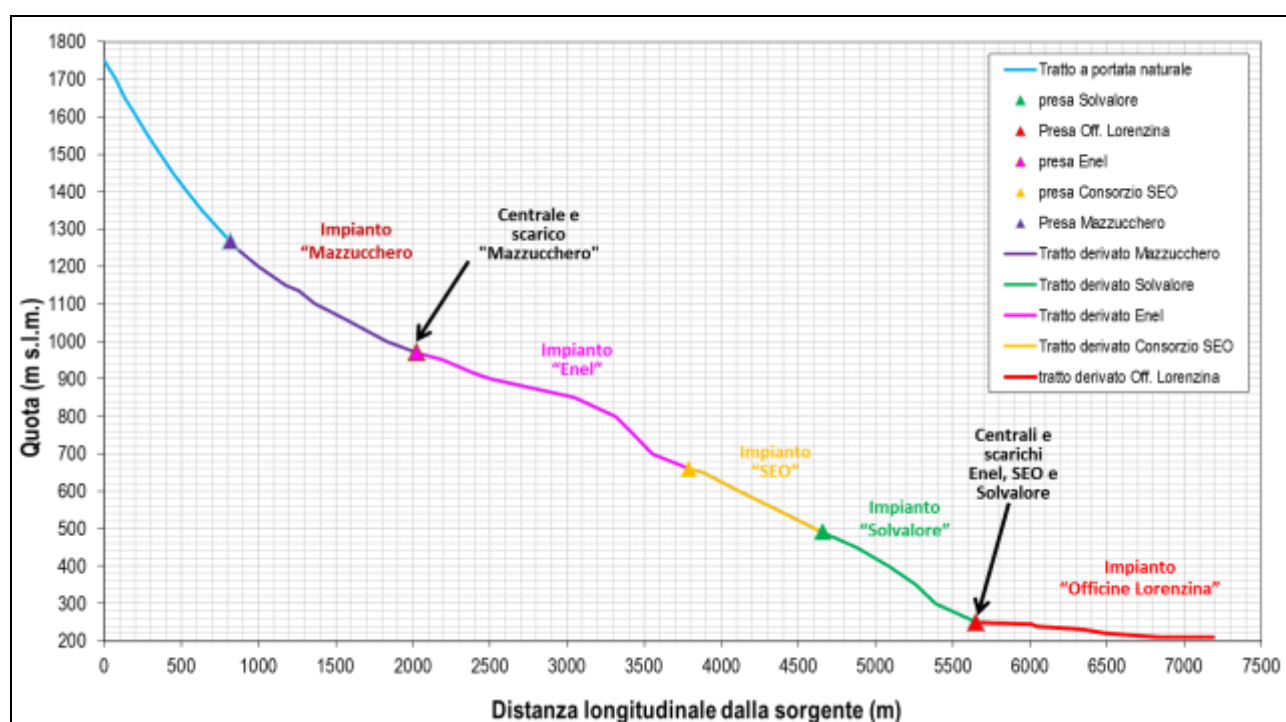
Nell'ambito della richiesta dell'autorità competente, nel rispondere alla *Presunzione di incompatibilità per prossimità, laddove ai sensi dell' Art. 15 del DPGR 9 marzo 2015 n.2/R viene richiesto quanto segue:*

...detta presunzione può essere superata ove il proponente produca una specifica documentazione utile a dimostrare la compatibilità della derivazione richiesta con le caratteristiche quantitative, qualitative e di conservazione degli habitat del corso d'acqua o, ove previsti, con il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti per i corpi idrici interessati.

Si farà riferimento nel seguito alle caratteristiche degli impianti sopraccitati ed in particolare al percorso delle portate derivate e restituite al corso d'acqua attraverso le centrali idroelettriche.

Viene di seguito presentato uno schema della posizione degli impianti lungo il profilo altimetrico del corso d'acqua, che permette di descrivere in modo immediato l'ubicazione degli stessi e la loro interazione.

Figura 8.5: posizione degli impianti idroelettrici esistenti e di quello in progetto sul profilo longitudinale del Rio Arsa



Come si può vedere, considerando gli impianti in istruttoria Mazzucchero, Solvalore ed Officine Lorenzina, il Rio Arsa avrà un regime idrologico artificializzato dalla quota di 1267 m s.l.m. fino alla foce, sita a circa 215 m s.l.m.

Per quanto riguarda gli impianti Enel, SEO e Solvalore si evidenzia la captazione via via i bacini residui del medesimo tratto, di conseguenza la pressione di questi progetti idroelettrici sul medesimo tratto è massima.

Per quanto riguarda l'impianto "Officine Lorenzina" oggetto del presente studio, l'interazione con gli altri impianti presenti lungo il torrente sarà unicamente l'estensione del tratto a portate artificializzate fino alla

foce del rio Arsa in fiume Toce. I 3 impianti di cui il progetto in esame prevede la captazione degli scarichi, ripristinavano infatti le portate naturali del torrente per gli ultimi 1200 m, fino alla foce.

Detto questo, la richiesta di valutare il mantenimento delle caratteristiche quantitative, qualitative e di conservazione degli habitat del corso d'acqua risulta trattata nei capitoli precedenti e sintetizzata nei precedenti paragrafi del Capitolo 8. Infatti, il dimensionamento dell'impianto in esame è stato eseguito per captare per intero gli scarichi delle centrali citate, durante i normali livelli di attività idroelettrica. Prevede inoltre di captare in corrispondenza della traversa di presa le eventuali portate qui presenti dovute al fermo di uno degli impianti citati.

Ciò detto va ribadito che le attuali **caratteristiche quantitative** del corso d'acqua sono altamente compromesse dalla condizione naturale dello stesso, che evidenzia fenomeni di subalveo pressochè completo nella seconda metà del tratto derivato per portate di magra ed in ogni caso portate discontinue, che non consentono una colonizzazione stabile degli ecosistemi acquatici per portate anche pari alla Q150. La situazione è dovuta all'elevata permeabilità del substrato, sito sulla conoide del rio Arsa.

Le **caratteristiche qualitative** del corso d'acqua non possono venire compromesse vista l'assenza di scarichi insistenti nel tratto derivato.

Per quanto riguarda gli **habitat presenti**, si ribadisce l'assenza di ambienti significativi per quanto riguarda la prima metà del tratto derivato, dove l'alveo si presenta rettificato, inciso tra scogliere spesso cementate e caratterizzato da una serie di briglie in massi cementati. Nella seconda metà del tratto derivato non sono presenti habitat acquatici di rilievo a causa della presenza intermittente di portate.

9 CONCLUSIONI

Il Rio Arsa è oggetto di un progetto di derivazione idroelettrica nella sua parte terminale: il nuovo impianto prevede la captazione dei canali di restituzione delle due derivazioni in esercizio (Servizi Ecologi dell'Ossola ed Enel) nonché la restituzione della captazione futura dell'impianto denominato Solvalore in iter di autorizzazione. L'impianto in progetto prevede inoltre la captazione della portata idrica del rio Arsa, direttamente dall'alveo, a quota 256,23 m s.l.m. per essere utilizzata nei periodi di fuori servizio delle derivazioni sopra elencate e nei periodi di abbondanza idrica, particolarmente presenti nelle stagioni primaverile ed autunnale. La portata derivabile massima complessiva sarà di 1200 l/s.

La restituzione delle acque turbinate è prevista direttamente in fiume Toce.

L'ambiente fluviale del tratto non presenta elementi di rilievo legati all'ecosistema acquatico: il primo tratto, di circa 600 m dalla prevista opera di presa fino al sottopassaggio del Canale Tessengerlo, risulta in gran parte rettificato e caratterizzato da una serie di briglie in massi cementati. Le sponde sono spesso protette da scogliere a tratti cementate.

A valle del sottopassaggio del Canale Tessengerlo, che costituisce una discontinuità di alcuni metri di altezza, l'alveo si amplia notevolmente, tra ampi greti che raggiungono il F. Toce. In questa zona è massima l'infiltrazione delle portate nella conoide del T. Arsa, con intensi fenomeni di subalveo. Le portate sono quindi intermittenti anche per valori di morbida e non sono presenti biocenosi acquatiche di rilievo nei secondi 600 m circa del tratto derivato.

Per quanto riguarda gli effetti che l'opera in progetto potrebbe avere sugli ecosistemi fluviali in esame, si può concludere che:

1. In fase di cantiere gli impatti possono essere prevenuti utilizzando le misure di precauzione necessarie a evitare la dispersione di sostanze inquinanti, a limitare la generazione di torbidità e la messa in asciutta completa di tratti fluviali.
2. In fase di esercizio l'impatto più rilevante è quello dovuto alla sottrazione di portata naturale, che verrebbe ripristinata dagli scarichi delle centrali insistenti sul tratto superiore, che si ripercuote sulla qualità e quantità di habitat acquatico e, potenzialmente, anche sulla capacità di omeostasi termica e di diluizione di eventuali inquinanti. La situazione è amplificata dalla permeabilità del substrato del corso d'acqua nel tratto terminale che però già ora determina l'assenza di ambienti acquatici rilevanti.
3. La principale misura di mitigazione per la riduzione di portata naturale per il Rio Arsa è rappresentata dal rilascio di un Deflusso Minimo Vitale, quantificato in 92,66 l/s di base, modulati. Considerando il rilascio di DMV modulati, la condizione di magra del tratto compreso tra la traversa di presa e gli scarichi verrà mantenuta. Per quanto riguarda gli sfiori, analizzando la curva di durata delle portate, si prevedono portate significativamente superiori al DMV per almeno 90 giorni/anno.

4. Per quanto riguarda la qualità delle acque, nel tratto di Rio Arsa, non ci sono elementi critici che possano dare problemi a seguito del prelievo idrico.
5. Le alterazioni del regime termico non saranno diverse da quelle registrabili allo stato attuale quando i tiranti idrici diminuiscono in funzione della situazione di subalveo.
6. La percorribilità ittica non è modificata dalla realizzazione della traversa. L'intero tratto derivato è quasi interamente impercorribile a causa di discontinuità dovute a tratti in asciutta e a ostacoli creati dalla presenza di briglie.
7. L'impianto in progetto sarà realizzato a valle di altri 4 impianti presenti lungo il corso del torrente, posti in cascata tra loro. Tra questi gli ultimi 3 impianti (Enel, SEO e Solvalore) derivano via via i bacini residui del medesimo tratto determinando un'elevata pressione di prelievo. L'impianto in progetto determinerà invece unicamente un incremento del tratto di torrente con portate artificializzate, che verrà esteso fino alla foce. Non emergono ulteriori elementi di alterazione dell'ecosistema fluviale dovuti alla presenza di questo nuovo impianto in progetto. Tutti gli impianti funzionano ad acqua fluente. Si possono pertanto escludere interazioni negative sinergiche.
8. Per quanto riguarda le valutazioni delle soglie previste dalle Linee Guida, si evidenziano 2 superamenti per la soglia di allarme, relativamente al rapporto tra portate defluite medie e in Q274 tra post opera ed ante opera. Si evidenziano inoltre 3 superamenti della soglia di allerta riguardanti: il rapporto tra perimetro bagnato tra post opera ed ante opera in Q300 e Q120 (come da simulazione). Inoltre la soglia di allerta è stata cautelativamente segnalata per la possibile interferenza con il sito natura 2000 ZPS "Fiume Toce".

10 METODOLOGIE DI INDAGINE

In questo capitolo si fornisce una descrizione sintetica dei metodi di studio applicati e delle strumentazioni utilizzate.

10.1 STUDIO DELL'HABITAT FLUVIALE

Lo studio dell'habitat fluviale è stato svolto mediante l'applicazione delle metodologie di seguito descritte alle stazioni di indagine.

10.1.1 INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)

L'Indice di Funzionalità Fluviale – IFF – (AA. VV., 2007; 2003) rappresenta un'evoluzione della scheda RCE-2 messa a punto da Siligardi & Maiolini (1993), rappresentante a sua volta un adattamento alla realtà dei corsi d'acqua alpini e prealpini dello RCE (*"Riparian, Channel and Enviromental Inventory"*), elaborato da Petersen nel 1982.

L'IFF, ulteriormente aggiornato nella sua ultima versione del 2007, analogamente ai suoi "progenitori" valuta le caratteristiche dell'habitat fluviale e ripario ed è stato concepito per esprimere la qualità dell'ecosistema fluviale in termini di livello di "funzionalità idrobiologica" del corso d'acqua.

La scheda, esposta in Tabella 10.1, si compone di 14 domande che appartengono a 4 diverse categorie sulla base degli aspetti che prendono in esame. Nel loro complesso queste domande consentono di indagare tutte le principali componenti dell'ecosistema fluviale, sia abiotiche che biotiche, per ciascuna delle quali vengono fornite 4 possibili risposte cui sono associati altrettanti punteggi. Una volta risposto alle domande, dalla somma dei singoli punteggi attribuiti si otterrà il punteggio finale per ciascuna sponda, al quale corrisponderà una classe di funzionalità fluviale (Tabella 10.2).

La compilazione della scheda deve essere riservata ad operatori di provata esperienza nel campo dell'ecologia fluviale: infatti, benché sia apparentemente di facile applicazione, il metodo presuppone adeguata preparazione scientifica, nonché capacità di osservazione e di ragionamento da parte del rilevatore.

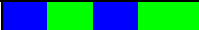
Tabella 10.1: scheda IFF

Domanda	Sponda		
	dx		sx
1- Stato del territorio circostante			
Assenza di antropizzazione	25		25
Compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio	20		20
Colture stagionali e/o permanenti; urbanizzazione rada	5		5
Aree urbanizzate	1		1
2- Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria			
Compresenza di formazioni riparie complementari funzionali	40		40
Presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	25		25
Assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	10		10
Assenza di formazioni a funzionalità significativa	1		1
2bis- Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria			
Compresenza di formazioni riparie complementari funzionali	20		20
Presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	10		10
Assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	5		5
Assenza di formazioni a funzionalità significativa	1		1
3- Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale			
Ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m	15		15
Ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m	10		10
Ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m	5		5
Assenza di formazioni funzionali	1		1
4- Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale			
Sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni	15		15
Sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni	10		10
Sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbusteti a dominanza di esotiche e infestanti	5		5
Suolo nudo, popolamenti vegetali radi	1		1
5- Condizioni idriche dell'alveo			
Regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo > 1/3 dell'alveo di morbida		20	
Fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida o variazione del solo tirante idraulico		10	
Disturbi di portata frequenti o secche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte		5	
Disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o secche prolungate indotte per azione antropica		1	
6- Efficienza di esondazione			
Tratto non arginato, alveo di piena ordinaria superiore al triplo dell'alveo di morbida		25	
Alveo di piena ordinaria largo tra 2 e 3 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, superiore al triplo)		15	
Alveo di piena ordinaria largo tra 1 e 2 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, largo 2 – 3 volte)		5	
Tratti di valle a V con forte acclività dei versanti e tratti arginati con alveo di piena ordinaria < di 2 volte l'alveo di morbida		1	
7- Strutture di ritenzione degli apporti trofici			
Alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)		25	
Massi e/o rami con depositi di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)		15	
Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)		5	
Alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		1	
8- Erosione delle rive			
Poco evidente e non rilevante o solamente nelle curve	20		20
Presente sui rettilinei e/o modesta incisione verticale	15		15
Frequente con scavo delle rive e delle radici e/o evidente incisione verticale	5		5
Molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	1		1
9- Sezione trasversale			

Tabella 10.1: scheda IFF

Domanda	Sponda		
	dx		sx
Alveo integro con alta diversità morfologica		20	
Presenza di lievi interventi artificiali ma con discreta diversità morfologica		15	
Presenza di interventi artificiali o con scarsa diversità morfologica		5	
Artificiale o diversità morfologica quasi nulla		1	
10- Idoneità ittica			
Elevata		25	
Buona o discreta		20	
Poco sufficiente		5	
Assente o scarsa		1	
11- Idromorfologia			
Elementi idromorfologici distinti con successione regolare		20	
Elementi idromorfologici distinti con successione irregolare		15	
Elementi idromorfologici indistinti o preponderanza di un solo tipo		5	
Elementi idromorfologici non distinguibili		1	
12- Componente vegetale in alveo bagnato			
Periphyton sottile scarsa copertura di macrofite tolleranti		15	
Film perifitico tridimensionale apprezzabile e scarsa copertura di macrofite tolleranti		10	
Periphyton discreto o (se con significativa copertura di macrofite tolleranti) da assente a discreto		5	
Periphyton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti		1	
13- Detrito			
Frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi		15	
Frammenti vegetali fibrosi e polposi		10	
Frammenti polposi		5	
Detrito anaerobico		1	
14- Comunità macrobentonica			
Ben struttura e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		20	
Sufficientemente diversificata, ma con struttura alterata rispetto a quanto atteso		10	
Poco equilibrata e diversificata con prevalenza di <i>taxa</i> tolleranti all'inquinamento		5	
Assenza di una comunità strutturata; pochi <i>taxa</i> , tutti piuttosto tolleranti all'inquinamento		1	

Tabella 10.2: livelli di funzionalità dell'IFF

Valore di IFF	Livello di funzionalità	Giudizio di funzionalità	Colore
261-300	I	Ottimo	
251-260	I-II	Ottimo - buono	
201-250	II	Buono	
181-200	II-III	Buono - mediocre	
121-180	III	Mediocre	
101-120	III-IV	Mediocre – scadente	
61-100	IV	Scadente	
51-60	IV-V	Scadente – pessimo	
14-50	V	Pessimo	

L'indice di Funzionalità Fluviale Relativo, richiesto dalle Linee Guida di Regione Piemonte, permette di ottenere una corretta valutazione dello stato ecologico nei tratti in cui non esiste corrispondenza tra integrità ambientale e funzionalità fluviale (ad esempio nei tratti in forra o oltre il limite della vegetazione).

Ai fini di una corretta valutazione dello stato ecologico di questi tratti viene quindi introdotto il concetto di Funzionalità Fluviale relativa, definita come il rapporto tra funzionalità reale di un tratto e quella potenziale, ossia il valore di funzionalità massima che il tratto esprimerebbe in condizioni di integrità ecologica.

Il concetto di funzionalità relativa si ispira alla logica della direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE e fornisce una misura dello scostamento da condizioni di riferimento sito-specifiche.

Indicando la distanza, in termini di funzionalità, dalle condizioni di massima integrità ecologica del tratto di corso d'acqua in esame è un riferimento al quale tendere ad esempio negli interventi di miglioramento ambientale.

L'Indice di Funzionalità Fluviale relativo è quindi calcolato come segue:

$$\text{IFF rel.} = \text{IFF reale} / \text{IFF pot.}$$

Di conseguenza i punteggi vengono espressi in valori tra 0 ed 1 secondo la seguente tabella:

Funz. relativa	livello	giudizio	colore
0,870-1,000	I	elevato	
0,836-0,869	II	elevato-buono	
0,670-0,835	II	buono	
0,603-0,669	II-III	buono-mediocre	
0,403-0,602	III	mediocre	
0,346-0,402	III-IV	mediocre-scadente	
0,203-0,335	IV	scadente	
0,170-0,202	IV-V	pessimo-scadente	
0,046-0,169	V	pessimo	

10.1.2 PROTOCOLLO DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'HABITAT "HABITAT ASSESSMENT"

L' "Habitat Assessment", messo a punto dall'U.S.E.P.A. (Plafkin *et al.*, 1989; Hayslip, 1993; Barbour & Stribling, 1996), è una metodologia che consente di effettuare una valutazione della qualità dell'habitat fluviale e di tradurla in un punteggio. Tale protocollo prende in esame i principali parametri ambientali (10) relativi al *micro* e *macrohabitat* in alveo, alla morfologia fluviale e all'habitat ripario, che determinano nel loro complesso l'idoneità di un tratto di corso d'acqua ad ospitare la comunità biologica acquatica. Ciascun parametro viene valutato secondo le indicazioni fornite da quattro categorie di giudizio prestabilite, a ciascuna delle quali corrisponde un determinato ambito di punteggio; la scelta del punteggio preciso entro tale ambito è affidata all'esperienza dell'operatore, in modo da garantire alla metodologia la massima flessibilità possibile nelle diverse situazioni d'impiego.

Per ottenere il punteggio finale sarà sufficiente sommare i singoli punteggi attribuiti ad ogni parametro (i punteggi relativi alle due sponde andranno mediati); esso sarà poi confrontato, in termini percentuali, con il punteggio massimo possibile corrispondente alla situazione teorica migliore. La valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale così ottenuta verrà espressa in 4 diverse classi (vedi Tabella 10.4).

Tabella 10.3: scheda per l'applicazione dell'Habitat Assessment

Cover / substrato colonizzabile	
OTTIMALE: Area di substrato colonizzabile da parte del macrobenthos e con rifugi per i pesci >70%; habitat stabili e in grado di essere pienamente colonizzati.	16-20
BUONO: Area di substrato colonizzabile da parte del macrobenthos e con rifugi per i pesci 40-70%; adeguata presenza di habitat per il mantenimento delle popolazioni esistenti, accompagnati da zone non ancora mature per una piena colonizzazione.	11-15
MEDIOCRE: Area di substrato colonizzabile da parte del macrobenthos e con rifugi per i pesci tra 20-40%; habitat adeguati alla colonizzazione presenti in misura inferiore alle attese; substrato spesso alterato.	6-10
PESSIMO: Area di substrato colonizzabile da parte del macrobenthos e con rifugi per i pesci <20%.	0-5
Embeddedness - Ricopertura del substrato con sedimento fine	
OTTIMALE: Ghiaia, ciottoli e massi circondati da sedimento fine meno del 25%. Disponibilità di spazi interstiziali.	16-20
BUONO: Ghiaia, ciottoli e massi circondati da sedimento fine 25-50%.	11-15
MEDIOCRE: Ghiaia, ciottoli e massi circondati da sedimento fine 50-75%.	6-10
PESSIMO: Ghiaia, ciottoli e massi circondati da sedimento fine più del 75%.	0-5
Rapporto velocità / profondità	
OTTIMALE: Presenti tutte le 4 categorie, profonde-lente, basse-lente, profonde-veloci e basse-veloci).	16-20
BUONO: Presenti 3 categorie su 4; penalizzare maggiormente l'assenza di acque basse e veloci.	11-15
MEDIOCRE: Presenti 2 categorie su 4; penalizzare maggiormente l'assenza di acque basse-veloci e basse-lente.	6-10
PESSIMO: Presente 1 categoria su 4, generalmente lente-profonde.	0-5
Deposizione di sedimento	
OTTIMALE: Superficie del fondo interessata da barre o isole di sedimento <5%.	16-20
BUONE: Superficie del fondo interessata da barre o isole di sedimento 5-30%. Ridotta sedimentazione nelle <i>pool</i> .	11-15
MEDIOCRE: Superficie del fondo interessata da barre o isole di sedimento 30-50%. Moderata sedimentazione presso gli ostacoli alla corrente e nelle <i>pool</i> .	6-10
PESSIMA: Superficie del fondo interessata da barre o isole di sedimento >50%. Elevata sedimentazione, con riempimento quasi completo delle <i>pool</i> .	0-5
Condizioni idriche dell'alveo	
OTTIMALE: alveo asciutto assente.	16-20
BUONE: alveo bagnato >75% alveo di morbida. Superficie del substrato esposto <25%.	11-15
MEDIOCRE: alveo bagnato 25-75% alveo di morbida. Superficie del substrato esposto dominante.	6-10

Tabella 10.3: scheda per l'applicazione dell'Habitat Assessment

PESSIME: alveo bagnato <25% alveo di morbida. Acqua quasi assente e per lo più presente sotto forma di pozze ferme.	0-5
Alterazioni dell'alveo	
OTTIMALE: Assenza di canalizzazione e pavimentazioni; percorso dell'alveo naturale.	16-20
BUONO: Presenza di canalizzazione e pavimentazioni antiche o solo parziali.	11-15
MEDIOCRE: Presenza di estesa canalizzazione, interessante 40-80% del tratto ed entrambe le sponde.	6-10
PESSIMO: Presenza di canalizzazione per oltre l'80% del tratto; sponde con argini in cemento, alveo pesantemente alterato.	0-5
Frequenza dei riffle	
OTTIMALE: Distanza riffle/ larghezza tratto < 7; diversità di habitat.	16-20
BUONA: Distanza riffle/ larghezza tratto 7-15; riffle poco frequenti.	11-15
MEDIOCRE: Distanza riffle/ larghezza tratto 15-25; presenza dei riffle occasionale.	6-10
PESSIMA: Distanza riffle/ larghezza tratto >25; acque piatte poco profonde e scarsità di habitat.	0-5
Stabilità delle sponde (dx/sx)	
OTTIMALE: Sponde stabili, erosione <5%.	9-10
BUONA: Sponde moderatamente stabili, erosione 5-30%.	6-8
MEDIOCRE: Sponde piuttosto instabili, erosione 30-60%. Alto rischio di erosione durante le piene.	3-5
PESSIMA: Sponde instabili con molte zone in erosione e in frana, erosione >60%.	0-2
Vegetazione riparia (dx/sx)	
OTTIMALE: Copertura vegetale >90%, abbondanza di piante native e presenza di tutte le categorie di vegetali: alberi, cespugli ed erbe crescono indisturbati.	9-10
BUONA: Copertura vegetale 70-90%, presenza di piante native ma assente una categoria di vegetali.	6-8
MEDIOCRE: Copertura vegetale 50-70%, presenza evidente di zone alterate con suolo nudo o con vegetazione pesantemente sfruttata.	3-5
PESSIMA: Copertura vegetale <50%, elevato tasso di distruzione della vegetazione riparia.	0-2
Ampiezza della zona riparia (dx/sx)	
OTTIMALE: Ampiezza della fascia riparia > 18 m, assenza di impatti antropici nella zona.	9-10
BUONA: Ampiezza della fascia riparia 12-18 m, limitati impatti antropici nella zona.	6-8
MEDIOCRE: Ampiezza della fascia riparia 6-12 m, presenza di impatti antropici nella zona.	3-5
PESSIMA: Ampiezza della fascia riparia <6 m, pesanti impatti antropici nella zona con distruzione della zona riparia.	0-2

Tabella 10.4: classi di valutazione secondo il protocollo Habitat Assessment

Valutazione	Percentuale rispetto al punteggio massimo ^(a)
Situazione simile a quella di riferimento, integrità dell'habitat ottimale	≥ 90%
Presenza di moderate alterazioni, integrità dell'habitat accettabile	75 – 88%
Presenza di alterazioni, integrità dell'habitat compromessa	60 – 73%
Elevata presenza di alterazioni, integrità dell'habitat gravemente compromessa	≤ 58%

(a) Nel caso in cui la percentuale ottenuta ricada al di fuori degli intervalli indicati, l'attribuzione della valutazione dovrà essere fatta dall'operatore sulla base della sua esperienza e di eventuali altre indicazioni disponibili sulla qualità ambientali del tratto fluviale esaminato.

10.2 MODELLIZZAZIONE DELL'HABITAT FLUVIALE

I parametri idraulici sono stati elaborati attraverso il software HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers' River Analysis System). HEC-RAS è un software elaborato dal Corp's Civil Works Hydrologic Engineering Research and Development Program. La prima versione di HEC-RAS (1.1) è stata realizzata nel 1995, l'ultima versione (4.1), del gennaio 2010, è quella attualmente in uso. Il modulo idraulico permette di effettuare il calcolo 1-D del deflusso a pelo libero in condizioni di moto permanente o vario e di passaggi attraverso lo stato critico. L'equazione utilizzata è quella di conservazione dell'energia risolta tramite lo Standard Step Method (USACE, 2010).

I principali dati di input sono:

- Geometria del tratto: sezioni trasversali e distanze tra le sezioni.
- Portata fluente.
- Scabrezza.
- Condizioni al contorno (di monte e/o valle).

Il modello è stato applicato in condizioni di moto permanente e portata misurata, utilizzando la geometria del rilievo ed un unico valore di scabrezza per ogni sezione. La scabrezza è stata tarata, al variare della portata, in modo da minimizzare le differenze tra le quote di pelo libero simulate e misurate. Come condizione al contorno, di monte e di valle, è stata impostata l'altezza di moto uniforme, calcolata direttamente dal codice a partire dal valore di pendenza inserito dall'utilizzatore. Il valore di pendenza introdotto è pari alla pendenza media di fondo alveo del tratto di studio.

10.2.1 IL MODELLO COMPUTER AIDED SIMULATION SYSTEM FOR INSTREAM FLOW REQUIREMENTS (CASiMiR)

CASiMiR-Fish (Computer Aided Simulation System for Instream Flow Requirements) è un software sviluppato dall'Università di Stoccarda (Schneider et al., 2010) scaricabile gratuitamente dal sito www.casimir-software.de. Il programma permette di quantificare la disponibilità di habitat per una determinata specie ittica o suo stadio vitale e di rappresentare graficamente lo stato idraulico – morfologico di un tratto fluviale in funzione della portata fluente. Le informazioni di input per questo modello sono:

- dati topografici: profili delle sezioni trasversali, distanze tra le sezioni per entrambe le sponde e in diagonale;
- dati idraulici: quote del pelo libero per ogni sezione e per ogni portata di calibrazione;
- informazioni sul substrato: distribuzione del substrato di fondo lungo le sezioni trasversali, con classificazione degli elementi secondo le classi numeriche riportate in Tabella 10.5;
- curve di preferenza della specie ittica: sono gli indici che mettano in relazione le preferenze ambientali della specie ittica studiata con i valori di tirante, velocità e substrato.

Tabella 10.5: classi di substrato utilizzate da CASIMR

Codice CASIMIR	Definizione		Dimensioni
0	Org. matter, detritus	Material organica e detrito	-
1	Silt, clay, loam	Fango, argilla	-
2	Sand	Sabbia	< 2 mm
3	Fine gravel	Ghiaia piccola	2-6 mm
4	Medium gravel	Ghiaia media	6-20 mm
5	Large gravel	Ghiaia grande	20-60 mm
6	Small stones	Ciottoli piccoli	60 - 120 mm
7	Large stones	Ciottoli grandi	120 - 200 mm
8	Boulders	Massi	> 200 mm
9	Rock	Roccia	-

La velocità associata ad ogni cella viene calcolata in questo modo:

$$v_i = f_{Aw} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{8 \cdot g \cdot h_i \cdot I_E} \quad [\text{m/s}]$$

dove:

- λ è il coefficiente di scabrezza di Darcy-Weisbach [-],
- g è l'accelerazione di gravità [m/s^2],
- h_i è il tirante nella iesima cella [m],
- I_E è la pendenza della linea dell'energia [-],
- f_{Aw} è un fattore che permette la riduzione della velocità in corrispondenza di singole celle che l'utilizzatore può applicare nel caso di presenza nel tratto di zone di acqua ferma o di ricircolo.

Un unico valore del coefficiente di scabrezza viene calcolato per ogni sezione. La scabrezza non è un dato di input e non è modificabile nelle singole celle.

Il modello può interpolare le sezioni rilevate secondo una risoluzione spaziale definita dall'operatore, sia in direzione verticale (quota, z) che in direzione orizzontale (distanza tra le sezioni, y). La distanza tra due sezioni successive deve essere inferiore a y (il modello crea "n" sezioni interpolate equidistanti) e la differenza di quota tra due punti successivi della sezione (sia essa reale o interpolata) deve essere inferiore a z (il modello crea n punti caratterizzati da differenze di quota costante ed inferiore a z).

Con il modello CASiMiR verrà valutato l'indice di preferenza delle specie ittiche di seguito riportate per l'habitat che si crea al variare della portata. L'indice di preferenza "complessivo" Ci è dato dal prodotto dell'indice di preferenza di h, di v e del substrato.

Gli indici di preferenza vengono calcolati per ogni cella, per caratterizzare l'intero tratto viene calcolato il seguente indice (Weighted Usable Area):

$$WUA = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i}{L_{tot}} \quad [\text{m}^2/\text{km}]$$

dove:

- A_i è l'area superficiale della i -esima cella [m^2],
- C_i è l'indice di preferenza "complessivo" della i -esima cella [-],
- L_{tot} è la lunghezza totale del tratto [km].

Quanto più questo indice si avvicina al rapporto tra l'area totale A_{tot} e L_{tot} tanto più l'habitat è adatto ad accogliere la specie ittica.

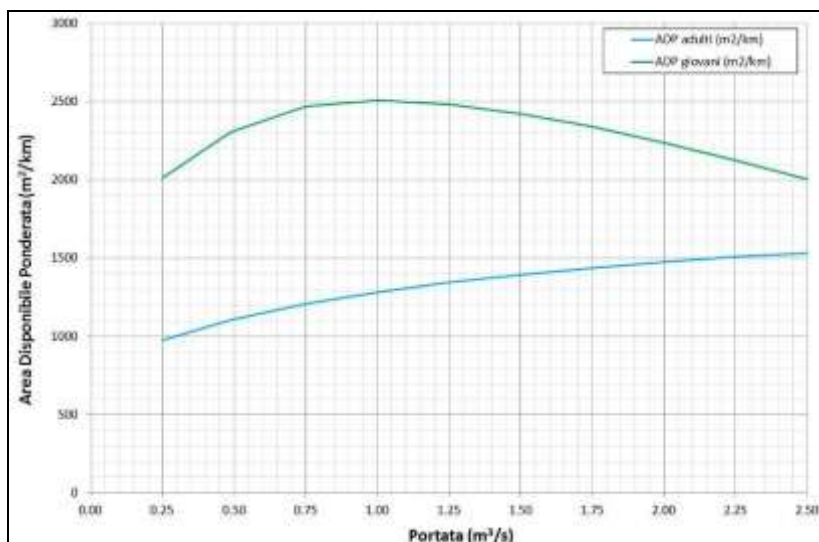
Una volta stabilita la relazione tra portata e habitat fluviale, dalla sua analisi è possibile definire un deflusso minimo vitale che non sia dannoso per le specie ittiche presenti. Uno degli approcci più utilizzati è quello di definirlo, sulla curva portata-habitat, come il valore di portata oltre il quale un ulteriore incremento di quest'ultima produce un modesto aumento di habitat disponibile per la specie.

La metodologia costituisce uno strumento previsionale, utile per la pianificazione e la gestione di interventi sui corsi d'acqua, nelle situazioni dove il deflusso in alveo può costituire fattore limitante per le comunità biologiche presenti. La sua applicazione è particolarmente idonea in corsi d'acqua di fondovalle, in quanto caratterizzati da una morfologia semplice, che rende attendibile la simulazione idraulica.

Segue un esempio di curva di area disponibile per la trota fario in cui superando la portata di 1 mc/s l'area disponibile per i giovani esemplari diminuisce, a causa dell'incremento della velocità di corrente verso valori poco tollerabili dai giovani esemplari (

Figura 10.1).

Figura 10.1: esempio di curve di Area disponibile Ponderata rispetto alla portata in transito. Si nota che per gli individui giovani, per portate superiori a 1 m³/s lo spazio disponibile diminuisce, mentre per gli adulti al di sopra dei 2 m³/s l'incremento di spazio disponibile all'aumentare della portata è quasi nullo.



10.2.2 LE CURVE DI PREFERENZA PER LE SPECIE ITTICHE

I dati biologici richiesti dal modulo di calcolo per quantificare la disponibilità di habitat per una determinata specie ittica sono le curve di preferenza, cioè relazioni che esprimono, per una specie in un preciso stadio vitale, il livello di gradimento per diversi valori di profondità dell'acqua, velocità di corrente e granulometria del substrato. Tali curve vengono determinate mediante appositi campionamenti volti all'osservazione e definizione dei *microhabitat* utilizzati dai pesci all'interno di tratti fluviali, applicando la metodica proposta da Bovee (1986). Considerando che una campagna sperimentale di acquisizione di tali dati richiede un notevole impegno in termini economici e di tempo, è possibile impiegare curve esistenti in letteratura, eventualmente adattandole al sito specifico.

Per modellizzare la vocazionalità ittica del tratto in presenza di differenti portate in alveo sono state utilizzate le seguenti curve di preferenza relative alla trota fario (*Salmo trutta trutta*). La specie è vocazionale per il tratto in esame. Nel presente studio sono state utilizzate le curve di preferenza ambientale per la trota fario del F. Adda in Valtellina, sviluppate da Vismara *et al.*, 2001 e di seguito illustrate.

Figura 10.2: curve di preferenza per le trote fario adulte e giovani – velocità di corrente

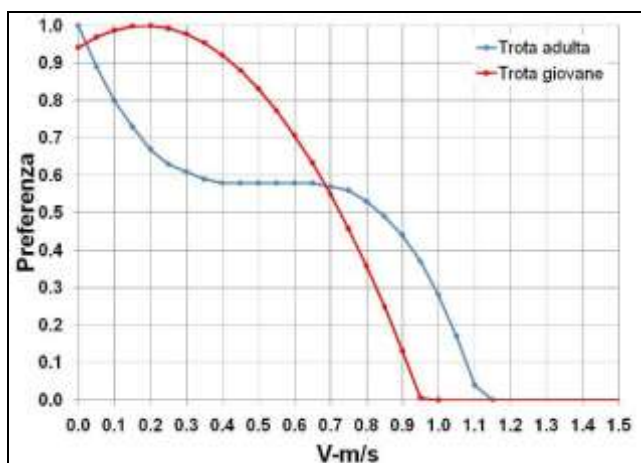


Figura 10.3: curve di preferenza per le trote fario adulte e giovani - profondità

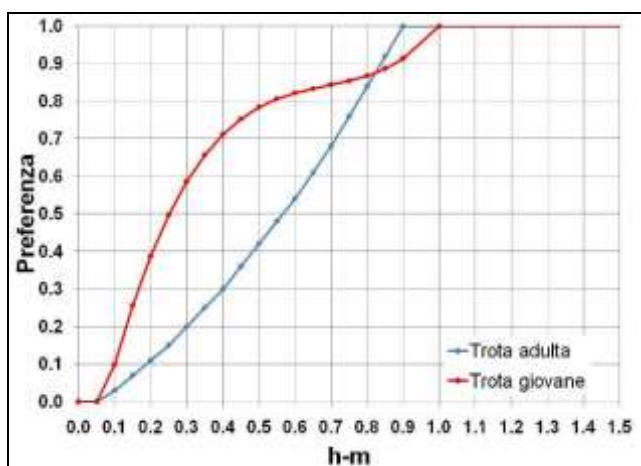
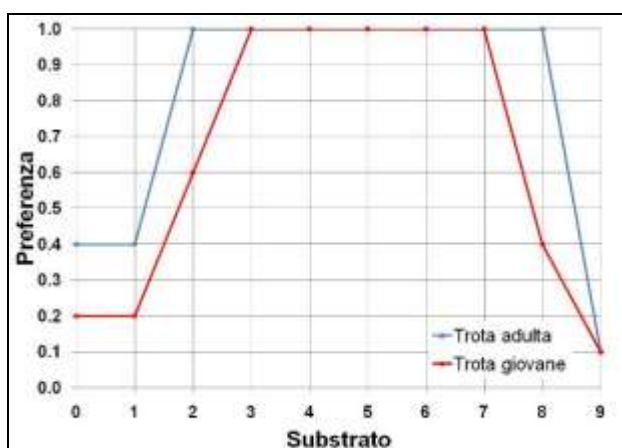


Figura 10.4: curve di preferenza per le trote fario adulte e giovani - substrato



10.2.3 LE METODOLOGIE DI RILIEVO DEI DATI DI CAMPO

In questo paragrafo sono illustrate le metodologie e gli strumenti utilizzati per la rilevazione dei dati topografici, idraulici e morfologici in campo.

Rilievi topografici

Il tratto dove effettuare i rilievi è stato scelto in modo da rappresentare adeguatamente la composizione del mesohabitat del corso d'acqua studiato; indicativamente è necessario un tratto lungo 10-15 volte la larghezza dell'alveo non vegetato – corrispondente al termine anglosassone “*bankfull width*” – per comprendere tutte le unità morfologiche di mesohabitat caratteristiche di un segmento fluviale (Bovee, 1997).

Con una stazione totale sono state rilevate le coordinate e le quote dei punti delle sezioni esterni ed interni all'alveo bagnato, in modo da poter modellizzare l'andamento dell'alveo bagnato anche per portate molto superiori a quelle rinvenute al momento del rilievo.

Il rilievo è stato elaborato con software AutoCAD al fine di ottenere una rappresentazione tridimensionale del corso d'acqua, in pianta e sezioni dell'alveo.

Misura di velocità di corrente e di portata

È stato utilizzato un misuratore ad ultrasuoni, in grado di fornire, oltre alla misura della velocità, anche il calcolo della portata (inserendo come dato di input la distanza progressiva sulla sezione e la profondità, per ciascuna verticale).

Le principali caratteristiche del misuratore utilizzato sono le seguenti:

- Modello: FlowTracker Sontek.
- Range di velocità: 0.001÷4 m/s (precisione: 1% del fondo scala).
- Range di temperatura: -20÷50°C.
- Dimensione della sonda (larghezza): 130 mm.
- Distanza del volume campionato: 10 cm dal centro del trasduttore.
- Trasduttore a ultrasuoni 2D.
- Diversi metodi di misura del profilo verticale di velocità (singolo e multipunto, ghiaccio...)
- Computo automatico della portata con diversi protocolli (mid e mean-section, ISO/USGS...)
- Calcolo dell'incertezza nel computo della portata.

10.3 VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ MORFOLOGICA - MODELLIZZAZIONE IDROLOGICA

10.3.1 INDICE DI QUALITÀ MORFOLOGICA DI MONITORAGGIO - IQMm

L'*IQM* è lo strumento da utilizzare per la valutazione, la classificazione ed il monitoraggio dello stato morfologico (ovvero per determinare se un corpo idrico è in stato elevato, buono, ecc.).

L'*IQMm* è uno strumento specifico per il monitoraggio delle condizioni morfologiche nel breve periodo. Esso rappresenta, abbinato all'*IQM*, l'indice da utilizzare ai fini dei diversi tipi di monitoraggio previsti dalla *WFD*, nonché nel caso di valutazioni di impatto e monitoraggio di interventi di stabilizzazione o di riqualificazione fluviale.

I punteggi dell'*IQM* si basano su una suddivisione in classi discrete, mentre nell'*IQMm* i punteggi di alcuni indicatori vengono calcolati attraverso funzioni matematiche continue.

In conseguenza del punto precedente, l'*IQMm* è più sensibile a variazioni degli indicatori che possono avvenire alla scala temporale di qualche anno, mentre l'*IQM* è stato sviluppato per fornire una valutazione complessiva ad una scala temporale più ampia (50÷100 anni) e può risultare pertanto insensibile, in termini di punteggio finale e classe di qualità, a variazioni, anche significative, di un certo indicatore.

Mentre nell'*IQM* è necessario considerare le variazioni morfologiche per valutare l'instabilità o meno del corso d'acqua nel recente passato, una variazione recente non può essere interpretata e quantificata con lo stesso criterio. Infatti, nel caso di un corso d'acqua che ha subito in passato delle variazioni morfologiche, le variazioni recenti vanno interpretate alla luce della traiettoria evolutiva del corso d'acqua stesso. In altre parole una significativa variazione morfologica recente, che comunque è indice di instabilità del corso d'acqua, può anche rappresentare un aspetto positivo per il corso d'acqua (ad esempio una fase di allargamento che segue ad un'intensa fase di restringimento). Le variazioni recenti devono quindi essere contestualizzate nella traiettoria evolutiva e non possono essere facilmente quantificate ai fini dell'*IQMm*. Le variazioni morfologiche vengono comunque tenute in conto indirettamente attraverso gli indicatori di funzionalità.

Nell'*IQMm*, gli indicatori basati su criteri di presenza/assenza e/o prevalentemente basati su osservazioni ed interpretazioni sul terreno vengono mantenuti nel formato utilizzato per l'*IQM*, mentre vengono definite delle funzioni matematiche per quegli indicatori basati su parametri quantitativi (quali stime della percentuale di tratto soggetta ad alterazioni o numero di opere).

In maniera analoga all'*IQM*, l'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (*IQMm*) è definito come:

$$IQMm = 1 - Stot/Smax$$

dove $Stot$ è lo scostamento totale, ottenuto dalla sommatoria dei punteggi relativi a tutti gli indicatori utilizzati, il quale viene normalizzato rapportandolo allo scostamento massimo possibile per la tipologia in esame (S_{max}).

Di conseguenza l'indice è pari a 1 nel caso di un corso d'acqua completamente inalterato (coincidente con condizione di riferimento) e pari a 0 per un corso d'acqua completamente alterato. Sulla base dei valori dell'IQM, sono state definite le classi di qualità morfologica, di seguito riassunte in tabella.

Tabella 10.6: livelli di funzionalità dell'Indice di Qualità Morfologica

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
$0.0 \leq IQM < 0.3$	<i>Pessimo o Cattivo</i>
$0.3 \leq IQM < 0.5$	<i>Scadente o Scarso</i>
$0.5 \leq IQM < 0.7$	<i>Moderato o Sufficiente</i>
$0.7 \leq IQM < 0.85$	<i>Buono</i>
$0.85 \leq IQM \leq 1.0$	<i>Elevato</i>

Le schede in formato elettronico dell' $IQMm$ sono disponibili sul sito web di ISPRA e consentono il calcolo in maniera automatica dell'indice.

Si riportano di seguito le tabelle di inserimento dati relative ai vari indicatori, per alvei confinati e semiconfinati-non confinati.

IQMm - SCHEDA DI VALUTAZIONE PER ALVEI CONFINATI

GENERALITÀ

Data		Operatori	
Bacino		Corso d'acqua	
Estremità monte		Estremità valle	
Codice Segmento		Codice Tratto	
Lunghezza tratto (m) - L_t			

INQUADRAMENTO E SUDDIVISIONE INIZIALE

1. Inquadramento fisiografico

Unità fisiografica	
--------------------	--

2. Confinamento

	INSERIM. INTERV.	VALORE	INTERVALLO
Grado confinamento (%)			
Indice confinamento			

3. Morfologia alveo

Immagine utilizzata (nome, anno)	
Canali	NUM. TIPO
Confinato a canale singolo (CS)	
Configurazione fondo	

Confinato a canali multipli o wandering (CM/W)

	INSERIM. INTERV.	VALORE	INTERVALLO	TIPOLOGIA ALVEO
Indice di intrecciamento				
Indice anabranching				

Pendenza media fondo		Larghezza media alveo (m) - L_a	
Sedimenti (dominanti) alveo			

4. Altri elementi per delimitazione tratto

Monte	
Valle	
Discontinuità pendenza, affluente, variazioni unità morfologiche, variazioni dimensioni pianura e/o confinamento, variazioni granulometria sedimenti, artificializzazione, diga, altro (specificare).	

Altri dati / informazioni eventualmente disponibili

Area drenaggio (sottesa alla chiusura del tratto) (km^2) - A_t	
Diametro sedimenti D_{50} (mm)	Unità
Portate liquide	Stazione idrometrica
Portata media annua (m^3/s)	$Q_{1.5}$ (m^3/s)
Portata massima	Anno Portata massima

FUNZIONALITÀ GEOMORFOLOGICA

CONTINUITÀ

F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	pt
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	4
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	6
F3m	Connessione tra versanti e corso d'acqua	X3

Lunghezza di tratto per cui esiste pieno collegamento tra versanti e corridoio fluviale

Configurazione morfologica

F6m	Morfologia del fondo e pendenza della valle
Lunghezza di tratto per cui esistono forme di fondo non coerenti con la pendenza media della valle	
<i>Si applica a confinati a canale singolo. Non si applica nel caso di confinato con fondo in roccia o colluviali, nonché nel caso di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare la configurazione del fondo</i>	

F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica
Lunghezza per la quale esistono alterazioni di forme e processi tipici della configurazione morfologica	

Configurazione sezione

F9m	Variabilità della sezione
Lunghezza per la quale esistono alterazioni della naturale eterogeneità della sezione	

Struttura e substrato alveo

F10m	Struttura del substrato	pt
A	Naturale eterogeneità sedimenti e <i>clogging</i> poco significativo	0
B	Corazzamento o <i>clogging</i> accentuato in varie porzioni del sito	3,5
C1	<i>Clogging</i> accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato per incisione	6,5
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	7,5
F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	pt
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	4

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale.

F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale
Larghezza della fascia delle formazioni funzionali	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde
Lunghezza di sponde interessata da formazioni funzionali	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITÀ

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

Opere di alterazione della condotta longitudinale a monte						
A1m	Opere di alterazione delle portate liquide a monte					pt
A	Alterazioni nulle o poco significative ($\leq 10\%$) delle portate formative e con TR>10 anni					0
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con TR>10 anni					4,5
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative					7,5
A2m	Opere di alterazione delle portate solide a monte					
At (Area sottesa dal tratto)						
Tipo opere	Rilascio sedimenti	Ao (Area sottesa dall'opera)	Ao/At	X2	X2rid	

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

Opere di alterazione della condotta longitudinale nel tratto					
A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto				pt
A	Alterazioni nulle o poco significative ($\leq 10\%$) delle portate formative e con TR>10 anni				0
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con TR>10 anni				4,5
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative				7,5
A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto				
Lunghezza del tratto (Lt)		0		Pendenza alveo	
Briglie di trattenuta		Briglie di consolidamento		Soglie + Rampe	
Numero		Numero		Numero	0
A5m	Opere di attraversamento				
Lunghezza del tratto (Lt)		0		Numero opere di attravers.	

Opere di alterazione della continuità laterale

Opere di alterazione della continuità laterale					
A6m		Difese di sponda			
Lungh. difese di sponda/Lungh. sponde					
A9m		Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato			
Lunghezza del tratto (Lt)		0		Pendenza alveo	
Soglie e rampe in massi		Rivestimenti permeabili		Rivestimenti impermeabili	
Num soglie		Lunghezza		Lunghezza	
Num rampe		Lrvest/Lt		Lrvest/Lt	

Interventi di manutenzione e prelievo

A10m	Rimozione di sedimenti	pt
A	Assenza di interventi di rimozione di sedimenti almeno negli ultimi 10 anni	0
B	Rimozioni localizzate negli ultimi 10 anni	4,5
C	Rimozioni diffuse negli ultimi 10 anni	7,5

Non si applica nel caso di alveo con fondo in roccia

A11m	Rimozione di materiale legnoso	pt
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso negli ultimi 10 anni	0
B	Rimozione parziale negli ultimi 10 anni	3,5
C	Rimozioni totale negli ultimi 10 anni	6,5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12m	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale (negli ultimi 10 anni)				
Lunghezza del tratto (Lt)		0			
Tipo di Taglio	Collocazione Taglio	Lunghezza taglio	Ltaglio/Lt	X12	pt

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

IQMm - SCHEDA DI VALUTAZIONE PER ALVEI SEMI - NON CONFINATI

GENERALITÀ

Data		Operatori	
Bacino		Corso d'acqua	
Estremità monte		Estremità valle	
Codice Segmento		Codice Tratto	
Lunghezza tratto (m) - L_t			

INQUADRAMENTO E SUDDIVISIONE INIZIALE

1. Inquadramento fisiografico

Ambito fisiografico		Unità fisiografica	
---------------------	--	--------------------	--

2. Confinamento

	INSERIM. INTERV.	VALORE	INTERVALLO	k	CLASSE Confinamento
Grado confinamento (%)					
Indice confinamento					

3. Morfologia alveo

Immagine utilizzata (nome, anno)					
	INSERIM. INTERV.	VALORE	INTERVALLO		TIPOLOGIA ALVEO
Indice sinuosità					
Indice intrecciamento					
Indice anabranching					
Configurazione fondo (solo per morfologie R, S, M, SBA)					
Pendenza media fondo			Larghezza media alveo (m) - L_a		
Sedimenti (dominanti) alveo			n		
			n L_a		0

4. Altri elementi per delimitazione tratto

Monte	
Valle	

Discontinuità pendenza, affluente, variazioni unità morfologiche, variazioni dimensioni pianura e/o confinamento, variazioni granulometria sedimenti, artificializzazione, diga, altro (specificare).

Altri dati / informazioni eventualmente disponibili

Area drenaggio (sottesa alla chiusura del tratto) (km^2) - A_t			
Diametro sedimenti D_{50} (mm)		Unità	
Portate liquide		Stazione idrometrica	
Portata media annua (m^3/s)		$Q_{1.5}$ (m^3/s)	
Portata massima		Anno Portata massima	

FUNZIONALITÀ GEOMORFOLOGICA

CONTINUITÀ

F1m	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	pt
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	4
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	6
F2m	Presenza di piana inondabile	
Lunghezza di piana inondabile		
Larghezza della piana inondabile		

Non si valuta nel caso di alvei in ambito montano lungo conoidi a forte pendenza (>3%)

F4m	Processi di arretramento delle sponde	pt
A	Presenza di frequenti sponde in arretramento soprattutto sul lato esterno delle curve	0
B	Sponde in arretramento poco frequenti in quanto impedito da opere e/o scarsa dinamica alveo	2,5
C	Completa assenza oppure presenza diffusa di sponde instabili per movimenti di massa	3,5

Non si valuta in caso di alvei rettilinei, sinuosi o anabranching a bassa energia (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto solido al fondo) e nel caso di corsi d'acqua di risorgiva

F5m	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	
Lunghezza della fascia potenzialmente erodibile		
Larghezza della fascia potenzialmente erodibile		

MORFOLOGIA

Configurazione morfologica

F7m	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	
Lunghezza per la quale esistono alterazioni di forme e processi tipici della configurazione morfologica		
F8m	Presenza di forme tipiche di pianura	pt
A	Presenti forme di pianura attuali o riattivabili (laghi meandro abbandonato, canali secondari, ecc.)	0
B	Presenti tracce forme pianura (abbandonate a partire da anni '50 circa) ma riattivabili	2,5
C	Completa assenza di forme di pianura attuali o riattivabili	3,5

Si valuta solo per fiumi meandriformi (oggi e/o in passato), escluso il caso di corsi d'acqua di risorgiva.

Configurazione sezione

F9m	Variabilità della sezione	
Lunghezza per la quale esistono alterazioni della naturale eterogeneità della sezione		

Non si valuta in caso di alvei rettilinei, sinuosi, meandriformi o anabranching per loro natura privi di barre (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto al fondo) e nel caso di corsi d'acqua di risorgiva (naturale omogeneità di sezione).

Struttura e substrato alveo

F10m	Struttura del substrato	pt
A	Naturale eterogeneità sedimenti e <i>clogging</i> poco significativo	0
B	Corazzamento o <i>clogging</i> accentuato in varie porzioni del sito	3,5
C1	<i>Clogging</i> accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato per incisione	6,5
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	7,5

Non si valuta nel caso di fondo in roccia, colluviali o in sabbia, nonché nel caso di corso d'acqua profondo per il quale

non è possibile osservare il fondo

F11m	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	pt
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	4

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale.

VEGETAZIONE FASCIA PERIFLUVIALE		
F12m	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	
Larghezza della fascia delle formazioni funzionali		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale.

F13m	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	
Lunghezza di sponde interessata da formazioni funzionali		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITÀ

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

A1m	Opere di alterazione delle portate liquide a monte	pt
A	Alterazioni nulle o poco significative ($\leq 10\%$) delle portate formative e con TR > 10 anni	0
B	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate con TR > 10 anni	4,5
C	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate formative	7,5

A2m	Opere di alterazione delle portate solide a monte	
<i>At (Area sottesa dal tratto)</i>		
Tipo opere	Rilascio sedimenti	Ao (Area sottesa dall'opera)
		Ao/At

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3m	Opere di alterazione delle portate liquide nel tratto	pt
A	Alterazioni nulle o poco significative ($\leq 10\%$) delle portate formative e con TR > 10 anni	0
B	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate con TR > 10 anni	4,5
C	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate formative	7,5

A4m	Opere di alterazione delle portate solide nel tratto	
Lunghezza del tratto (Lt)		0
Pendenza alveo		
Briglie di trattenuta		Briglie di consolidamento
Soglie + Rampe		
Numero		Numero
		Numero

A5m	Opere di attraversamento	
Lunghezza del tratto (Lt)		0
Numero opere di attravers.		

Opere di alterazione della continuità laterale

A6m	Difese di sponda	
Lungh. difese di sponda/Lungh. tot. sponde		

A7m	Arginature	
Argini a contatto		Argini vicini
Lungh. Argini /Lungh. tot. Sponde		Lungh. Argini /Lungh. tot. Sponde

A8m	Variazioni artificiali di tracciato	
Lunghezza di alveo interessato da variazioni artificiali di tracciato		

A9m	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	
Lunghezza del tratto (Lt)		0
Pendenza alveo		
Soglie e rampe in massi		Rivestimenti permeabili
Rivestimenti solo impermeabili		
Num soglie	Lunghezza	Lunghezza
Num rampe	Lrvest/Lt	Lrvest/Lt

Interventi di manutenzione e prelievo

A10m	Rimozione di sedimenti	pt
A	Assenza di significativa attività di rimozione negli ultimi 10 anni	0
B	Moderata attività di rimozione negli ultimi 10 anni	4,5
C	Intensa attività di rimozione negli ultimi 10 anni	7,5
A11m	Rimozione di materiale legnoso	pt
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso negli ultimi 10 anni	0
B	Rimozione parziale negli ultimi 10 anni	3,5
C	Rimozioni totale negli ultimi 10 anni	6,5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12m	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale (negli ultimi 10 anni)				
<i>Lunghezza del tratto (Lt)</i>		0			
Tipo di Taglio	Collocazione Taglio	Lunghezza taglio	Ltaglio/Lt		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

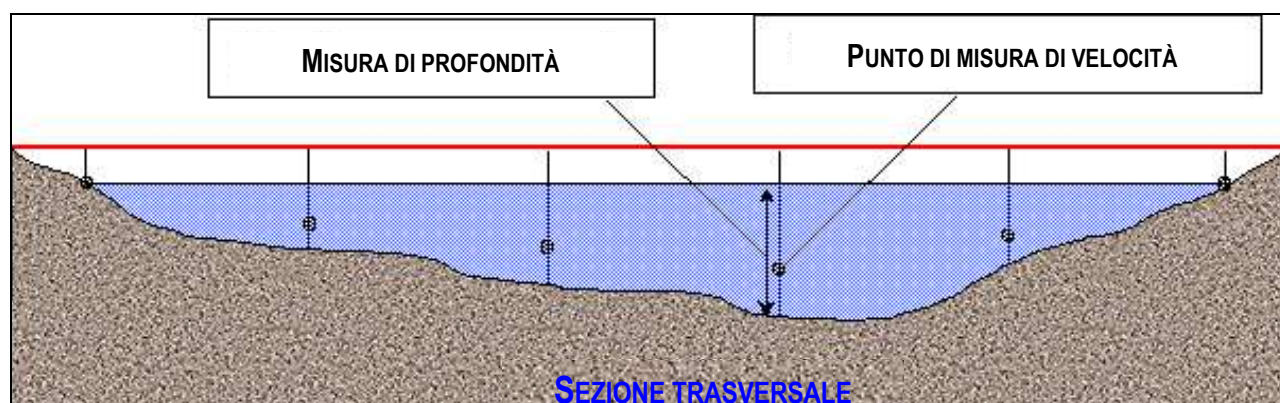
10.4 MONITORAGGIO IDROLOGICO

La caratterizzazione idraulico - morfologica dei tratti fluviali avviene attraverso la misurazione in sezioni campione dei dati di larghezza dell'alveo bagnato, profondità dell'acqua e velocità della corrente secondo lo schema riportato in Figura 10.5.

La profondità è misurata mediante apposita asta graduata in cm.

I dati di portata sono stati ricavati sulla base del **metodo correntometrico**, che prevede la misurazione della velocità effettuata lungo le verticali all'interno dell'alveo bagnato mediante correntometro seguendo le indicazioni delle norme UNI EN ISO 748:2008.

Figura 10.5. Punti di misurazione della velocità e profondità dell'acqua



In acque poco profonde è possibile stimare il valore della velocità media sulla colonna d'acqua con una singola misura fatta alla profondità del 60% rispetto alla profondità totale. In acque a maggiore profondità si eseguono in genere due misure (una al 20% e un'altra all'80% della totale), che vengono poi mediate; nel caso di acque particolarmente turbolente e profonde è consigliabile fare tre misure (al 20%, al 60% e all'80% della profondità totale) e poi mediarle secondo la formula:

$$V_m = \frac{(v_{0.8} + 2v_{0.6} + v_{0.2})}{4}$$

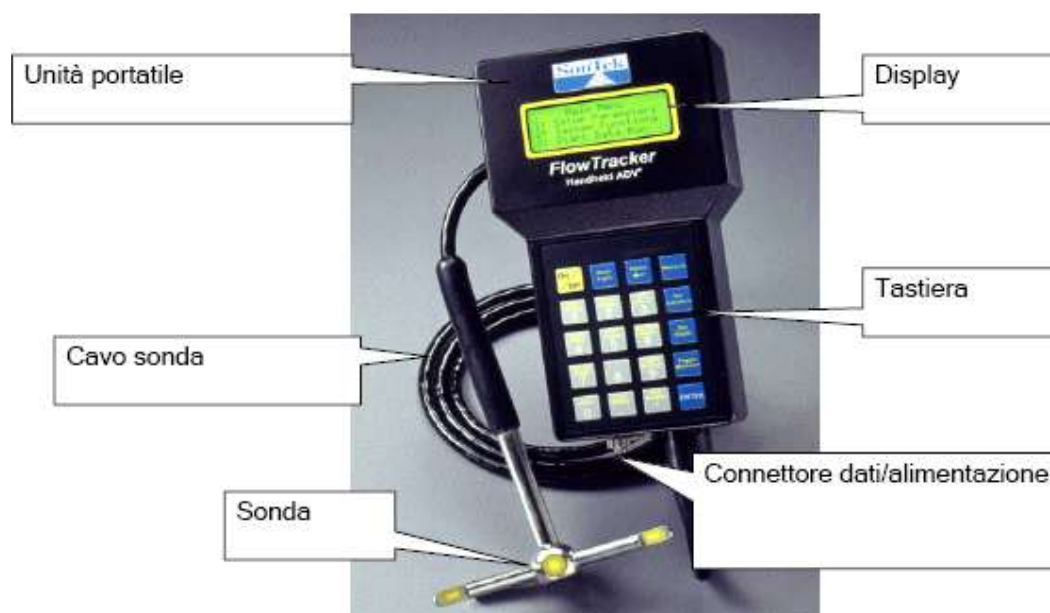
dove V_m = velocità media;

- $v_{0.8}$ = velocità misurata all'80% della distanza dalla superficie;
- $v_{0.6}$ = velocità misurata al 60% della distanza dalla superficie;
- $v_{0.2}$ = velocità misurata al 20% della distanza dalla superficie.

Nel caso specifico è stata effettuata una singola misura alla profondità del 60% rispetto alla profondità totale. La rilevazione della velocità di corrente è stata effettuata utilizzando un correntometro “Sonteck/YSI FlowTracker”, con software integrato per il calcolo istantaneo della portata misurata.

Lo strumento, che utilizza la tecnologia Acoustic Doppler Velocimeter (ADV), usa il principio Doppler, misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle in sospensione (sostanza in sospensione, piccoli organismi, bollicine). Nella figura che segue viene raffigurata l'unità portatile utilizzata.

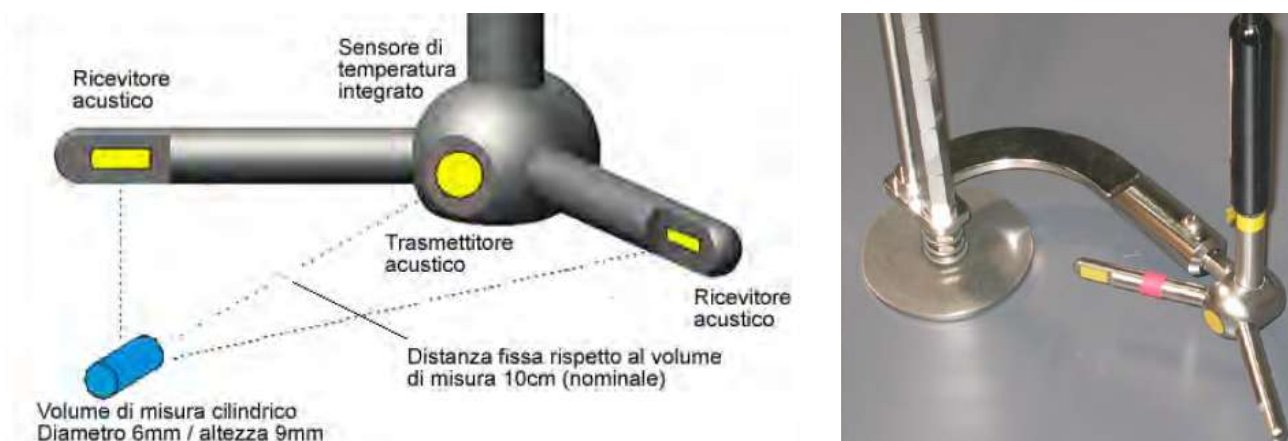
Figura 10.6. Unità portatile del misuratore di portata Sonteck/YSI FlowTracker



La sonda 2D è composta da un trasmettitore acustico, da due ricevitori acustici e possiede un sensore di temperatura integrato.

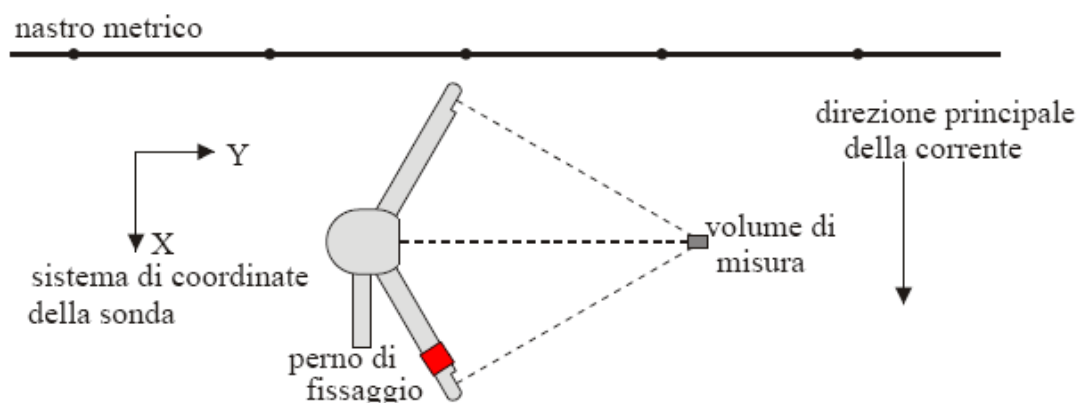
Il trasmettitore genera un impulso sonoro breve a frequenza definita, che viene riflesso dalle particelle contenute nel volume di misura; i ricevitori acquisiscono il segnale riflesso e lo strumento misura, per ogni ricevente, il cambiamento di frequenza (effetto Doppler).

Figura 10.7. Sonda ad ultrasuoni del misuratore di portata Sonteck/YSI FlowTracker



Per effettuare la misura la sonda deve essere posizionata in maniera corretta, come raffigurato di seguito.

Figura 10.8. Posizionamento dello strumento di misura lungo la sezione di misurazione



Lo strumento, per ogni punto di misura, acquisisce la progressione orizzontale utilizzata per spostarsi da una sponda all'altra, la velocità, la profondità e una serie di dati (errore standard della velocità, rapporto segnale-rumore SNR, filtro picchi, angolo di flusso e monitoraggio condizioni CQ) per valutare la qualità delle informazioni registrate. Il metodo utilizzato per il calcolo della portata è quello della **Sezione Centrale (Mid-section methos)**, utilizzato dal *United States Geological Survey (USGS)*, rappresentato schematicamente in Figura 10.9.

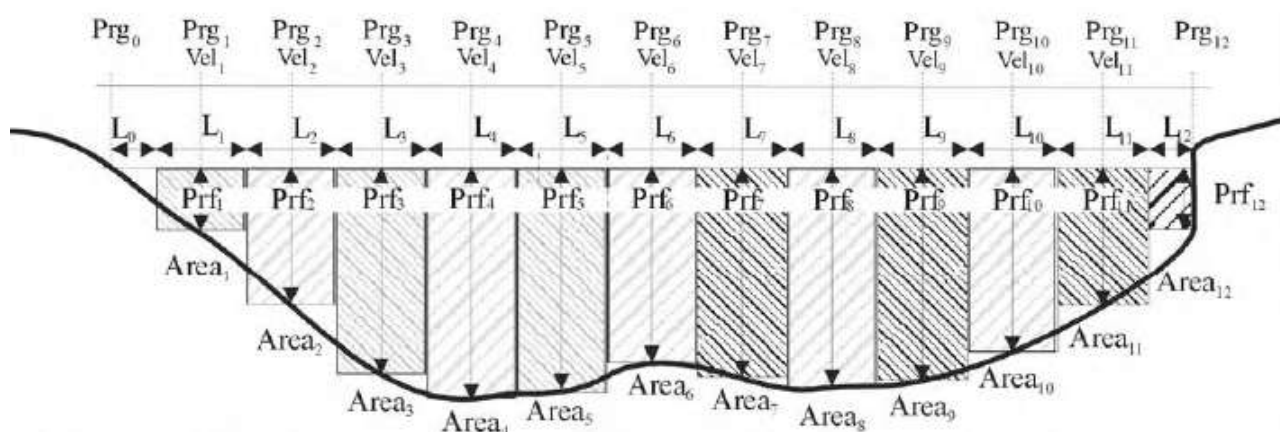
Lo strumento registra in campo tutti i dati immessi e rilevati ed elabora i risultati in sede di rilievo. Non è possibile, anche a garanzia della veridicità delle misurazione svolte, modificare i dati immessi e criteri di calcolo in una fase successiva.

Lo strumento restituisce all'utente finale i dati rilevati sottoforma di:

- tabella delle misurazioni svolte su ciascuna verticale;
- grafico della velocità di corrente su ciascuna verticale;
- grafico dell'andamento della profondità e posizione del punto di misura lungo la verticale;
- grafico del contributo percentuale di ciascuna sottosezione alla portata totale.

BeamCheck è infine il programma diagnostico per verificare la qualità del dato acquisito e, di conseguenza, il risultato finale. Esso fornisce una tabella di sintesi degli errori e delle anomalie rilevate in ciascuna misurazione ed un grafico che riporta la distribuzione di frequenza del rumore durante le misurazioni.

Figura 10.9. Rappresentazione grafica del metodo della sezione centrale per il calcolo delle portate



Calcoli sponda (Sponda di inizio, seconda sponda isola)

i = verticale sponda (Prf_i , Prf_i)

j = verticale adiacente con velocità (Prf_j , Prf_j , Vel_j)

Larghezza sponda = $L_i = (Prf_j - Prf_i) / 2$

Area sponda = $Area_i = L_i * Prf_i$

Fattore di correzione sponda = Fc_i

Velocità sponda = $Vel_i = Fc_i * Vel_j$

Portata sponda = $Q_i = Area_i * Vel_i$

Calcoli nel corso d'acqua

Larghezza verticale = $L_i = (Prf_{i+1} - Prf_{i-1}) / 2$

Area verticale = $Area_i = L_i * Prf_i$

Velocità verticale = Vel_i

Portata verticale = $Q_i = Area_i * Vel_i$

Portata totale = Somma (Q_i)

10.5 STUDIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

La qualità delle acque è stata indagata attraverso il rilevamento in campo dei principali parametri chimico – fisici e lo studio della comunità macrobentonica in due tratti, rispettivamente posizionati nella zona prevista per la captazione e in quella prevista per la restituzione.

10.5.1 L'ANALISI DEI PARAMETRI CHIMICO – FISICI

Sono stati rilevati direttamente sul campo, tramite sonde portatili, i principali parametri chimico – fisici di qualità delle acque: temperatura, concentrazione e percentuale di saturazione di ossigeno, conducibilità elettrica e pH; gli strumenti utilizzati sono stati i seguenti:

- Termometro a termistore modello “*Hanna Instruments HI93510N*”.
- Ossimetro dotato di sonda termica, regolazione per l'altitudine e la salinità, modello “*Hanna Instruments HI 9146-04*”.
- pH metro modello “*Hanna instruments HI 9025*” dotato di elettrodo pH modello HI 1230B (modello HI 1617D per acque a bassa conducibilità) e sonda di temperatura modello HI 7669/2W.
- Conducimetro con regolazione manuale della temperatura modello “*WTW LF90*”.

Prelievo del campione di acqua e analisi chimico-fisiche delle acque

In corrispondenza di ciascuna stazione di indagine è stato prelevato un campione di acqua mediante utilizzo di apposita bottiglia in polietilene da 500 ml per l'analisi dei seguenti parametri:

- BOD₅ (mg/l O₂);
- COD (mg/l O₂);
- Azoto nitrico (N - mg/l);
- Azoto ammoniacale (N - mg/l);
- Azoto totale (N - mg/l);
- Fosforo totale (P - mg/l).
- *E.coli*.

Infine, un campione di acqua sarà prelevato mediante apposita bottiglia in polietilene da litro per l'analisi dei solidi sospesi (mg/l).

Per il campionamento, il trasporto e la conservazione dei campioni di acqua, sono state osservate le indicazioni metodologiche presenti nel documento APAT/IRSA-CNR, 2003 e APAT, 2007.

I campioni di acqua raccolti nelle bottiglie di polietilene, trattate con acido cloridrico, sono stati conservati in frigorifero e sottoposti ad analisi entro 24 ore dal campionamento. In laboratorio le metodiche analitiche

utilizzate sono spettrofotometriche, mediante utilizzo di spettrofotometro marca HACH-LANGHE modello DR3800 con kit di analisi dedicati preconfezionati in cuvette “test in tube”.

Figura 10.10. Spettrofotometro Hach Lange DR3800



Le metodiche corrispondono a quelle previste da APAT-IRSA/CNR, del 2003.

- **Fosforo totale:** *IRSA 4110 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A2.* Principio: preliminarmente trasformazione di tutti i composti del fosforo, organici ed inorganici, a orto fosfati mediante idrolisi; successivamente gli ioni fosfati formano in soluzione acida con ioni molibdato e antimonio un complesso antimonil-fosfomolibdato che con acido ascorbico si riconduce in blu fosfomolibdato (limite strumentale 0,010 mg/l).
- **Azoto ammoniacale:** *IRSA 4030 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A1.* Principio: gli ioni ammonio reagiscono a un pH 12,6 con ioni di ipoclorito e di salicilato, in presenza di nitrato prussiato sodico quale catalizzatore, dando il blu indo fenolo (limite strumentale 0,015 mg/l).
- **Azoto nitrico:** *IRSA 4040 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003) metodo A1.* Principio: ioni nitrato reagiscono in soluzione di acido solforico-fosforico con 2.6-dimetilfenolo dando 4-nitro-2.6-dimetilfenolo (limite strumentale 0,23 mg/l).
- **Azoto totale:** *IRSA 4060 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003).* Principio: l'azoto in associazione organica ed inorganica viene ossidato in nitrato dissociandolo col perossidi solfato. Gli ioni nitrato reagiscono in soluzione solforica e fosforica col 2.6-dimetilfenolo dando il nitro fenolo (limite strumentale 1,0 mg/l).

- **BOD₅**. Principio: determinazione della domanda biochimica di ossigeno in 5 giorni con inibizione attraverso 5 mg/l di Alliltiurea. L'ossigeno disciolto forma in soluzione alcalina, con un derivato pirocatecolico e in presenza di Fe²⁺, un colorante rosso.
- **COD**: *IRSA 5130 del 2004 (APAT-IRSA/CNR, 2003)*. Principio: reazione con soluzione di acido solforico e dicromato potassico più solfato di argento quale catalizzatore. I cloruri vengono mascherati col solfato di mercurio. La colorazione gialla del Cr⁶⁺ viene letta fotometricamente (limite strumentale 5 mg/l).
- **Solidi sospesi**: *IRSA 2090, metodo B e C, del 2003 (APAT-IRSA/CNR, 2003)*. Principio metodo B: i solidi sospesi totali presenti in un'aliquota di campione d'acqua vengono raccolti per filtrazione su apposito filtro a membrana e determinati per via gravimetrica dopo essiccamento del filtro ad una temperatura di 103-105°C fino a peso costante. Se il tempo richiesto per la filtrazione risulta troppo lungo (superiore a un'ora) è opportuno operare una prefiltrazione del campione su filtro avente porosità superiore a 0,45 µm. Principio metodo C: la misura dei solidi sedimentabili può essere effettuata per via volumetrica o gravimetrica. Nel primo caso i solidi sedimentabili vengono determinati mediante immissione in un cono Imhoff da 1000 ml di acqua in esame e successiva misura del volume occupato sul fondo del cono dai solidi sedimentati in un periodo di tempo determinato. Nel secondo caso si determina il peso della parte solida dello stesso volume di fango.
- **Coliformi totali e E.coli**: Procedura d'analisi tramite impiego di Colilert®18/Quanti-Tray® per l'enumerazione in MPN. Principio: Colilert-18 rileva simultaneamente coliformi totali ed *E.coli* in acqua. Si basa su una tecnologia di substrato definito brevettata IDEXX* (DST*). Quando i coliformi totali o fecali metabolizzano il nutriente indicatore ONPG di Colilert-18, il campione diventa giallo. Quando l'*E.coli* metabolizza il nutriente-indicatore MUG, il campione presenta anche fluorescenza. Il Colilert-18 è in grado di rilevare simultaneamente questi batteri in concentrazioni di 1 cfu/100ml entro 18 ore anche se sono presenti addirittura 2 milioni di batteri eterotrofi per 100 ml. La miscela reagente/campione viene inserita in una sacca Quanti-Tray, chiusa mediante sigillatore e messa in incubatrice. Il metodo Quanti-Tray® permette una conta batterica quantitativa: terminato il tempo di incubazione vengono contati i pozzetti positivi (di colore giallo e che mostrano fluorescenza ai raggi UV) e, con l'ausilio di un'apposita tabella, viene determinato l'MPN dei batteri coliformi e/o *E. coli*.

I parametri relativi all'ossigeno disciolto, ai nutrienti verranno utilizzati per calcolare l'indice LIMeco, per gli altri parametri non compresi nell'indice LIMeco si farà riferimento alla tabella dei limiti considerati dall'indice LIM.

Per quanto riguarda il LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori) si tratta di un indice sintetico di inquinamento introdotto dal D.Lgs. 152/99 ed abrogato dal D.Lgs. 152/06. È un valore numerico, rappresentabile in cinque livelli (1=ottimo; 5=pessimo), derivato dalla somma dei valori corrispondenti al 75° percentile di 7 parametri detti macrodescrittori (100-OD, BOD₅, COD, NH₄, NH₃, Fosforo totale, Escherichia coli) calcolato sulla base dei risultati delle analisi dei campionamenti effettuati nel corso di un anno. I macrodescrittori sono indicatori dello stato chimico e microbiologico di un corso d'acqua, come parametri obbligatori per il monitoraggio. Essi concorrono appunto a determinare il valore dell'indice LIM, che rappresenta il livello d'inquinamento dovuto essenzialmente a scarichi civili, misti

e a fonti diffuse d'inquinamento da nutrienti. Per ogni descrittore sono previsti intervalli di concentrazione corrispondenti a classi di qualità, che originano punteggi (da 5 punti per la classe peggiore a 80 per la migliore). La qualità complessiva viene determinata sommando i punteggi di ciascun parametro (

Tabella 10.7). Valutando il livello dei singoli macrodescrittori è possibile individuare i parametri che, influenzando maggiormente l'indice LIM, possono essere considerati fattori limitanti.

Ai sensi del DM 260/2010, il **LIMeco** (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo Stato Ecologico) classifica le acque fluviali sulla base dei valori riguardanti il grado di saturazione dell'ossigeno disciolto, l'azoto ammoniacale, l'azoto nitrico e il fosforo totale, che vengono integrati in un singolo descrittore, denominato appunto LIMeco, utilizzato per derivare la classe di qualità.

Tabella 10.7. Punteggi dei macrodescrittori LIM

LIVELLO DI INQUINAMENTO ESPRESSO DAI MACRODESCRITTORI					
Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (% sat.) (*)	≤ 10 (#)	≤ 20	≤ 30	≤ 50	> 50
BOD ₅ (O ₂ mg/l)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O ₂ mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (N mg/l)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO ₃ (N mg/l) (*)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (P mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
Escherichia coli (UFC/100 ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentuale del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
Livello di inquinamento dai macrodescrittori	480-560	270-475	120-235	60-115	< 60
(#) in assenza di fenomeni di eutrofia; (*) la misura deve essere effettuata in assenza di vortici; il dato relativo al deficit o al surplus deve essere considerato in valore assoluto.					

La procedura prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei macrodescrittori N-NH₄, N-NO₃, Fosforo totale e Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O₂). Il LIMeco di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella seguente tabella (Tab. 4.1.2/a dell'Allegato 1 al DM 260/2012), in base alla concentrazione osservata.

Tabella 10.8. Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco (Tab. 4.1.2/a DM 260/2010-All 1)

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Parametro	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
100-O ₂ % sat	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8

P _{tot} (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400
<i>* Punteggio da attribuire al singolo parametro</i> <i>** Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH₄, N-NO₃, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA</i>						

I punteggi di riferimento utilizzati per la definizione dello stato di qualità secondo i valori di LIMeco sono i seguenti (Tab. 4.1.2/b dell'Allegato 1 al DM 260/2012).

Stato	LIMeco
Elevato	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

10.5.2 IL METODO MULTIHABITAT APAT-ISPRA E L'INDICE STAR_ICMI

Il campionamento della comunità macrobentonica indagata secondo quanto previsto dal “*Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili*” disponibile nel sito http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html.

Il campionamento di macroinvertebrati è stato effettuato mediante apposito retino Surber immanicato; il prelievo è avvenuto all'interno dei microhabitat identificati come rappresentativi tra quelli rilevati (cioè con superficie pari ad almeno il 10% di quella complessiva del tratto indagato). I campioni, dopo un esame preliminare in campo, sono stati fissati in formalina al 4% e successivamente riesaminati in dettaglio in laboratorio, con l'ausilio di uno stereomicroscopio e di un microscopio ottico, al fine di raggiungere il livello di classificazione tassonomica prevista dal metodo APAT. Oltre all'identificazione, si è provveduto al conteggio degli individui catturati; l'area indagata è pari ad 1 m² per ciascuno sito di indagine.

Nella Tabella 10.9 sono elencate e descritte le diverse tipologie di microhabitat che si possono rinvenire in alveo.

Tabella 10.9: tipologia dei microhabitat rinvenibili e breve descrizione

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Igropetrico	IGR	Igropetrico strato d'acqua su roccia spesso ricoperta da muschi
Megalithal	MGL	Megalithal massi che superano i 40 cm*
Macrolithal	MAC	Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm*
Mesolithal	MES	Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm*
Microlithal	MIC	Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm*
Ghiaia	GHI	Ghiaia fine (tra 2 mm e 2 cm)
Sabbia	SAB	Sabbia (tra 6µ e 2 mm)
Argilla	ARG	Argilla (minore di 6µm)

Artificiale	ART	Artificiale
Alghe	AL	Macro-micro alghe verdi visibili macroscopicamente
Macrofite sommerse	SO	Macrofite sommerse inclusi muschi e Characeae
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti (<i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i>)
Terrestri	TP	Parti vive di piante terrestri radici fluitanti di vegetazione riparia
Xylal (legno)	XY	Xylal (legno) legno morto, rami, radici
CPOM	CP	CPOM depositi di materiale organico grossolano
FPOM	FP	FPOM depositi di materiale organico fine
Film Batterici	BA	Film batterici, funghi e sapropel

*: le dimensioni si riferiscono all'asse intermedio

Il sistema di classificazione utile per la definizione dello stato ecologico dei campioni prelevati secondo il protocollo A.P.A.T. è denominato MacrOPer (Buffagni, Erba e Pagnotta, 2008).

Tale sistema combina le informazioni relative ad i seguenti elementi fondamentali:

- sistema tipologico nazionale;
- limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo;
- valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate;
- calcolo dell'indice STAR_ICMi;

Il conteggio effettuato in laboratorio viene informatizzato esprimendo, per ogni famiglia, l'abbondanza in termini di densità/m².

E' successivamente applicato a questi dati l'indice STAR_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione). L'indice è composto di sei metriche (Tabella 10.10), le quali forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici.

Tabella 10.10: metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni, Erba e Pagnotta, 2008)

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

I valori di queste metriche, opportunamente normalizzati e ponderati, si combinano ad esprimere il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), che assume valori compresi fra 0 e +1.

Per quanto riguarda i valori numerici di riferimento tipo-specifici per le sei metriche e per lo stesso STAR_ICMi, esse sono attualmente in attesa di un'approvazione formale da parte di MATTM e Regioni interessate. La classificazione effettuata nel presente studio è pertanto da ritenersi provvisoria, essendo basata sulle bozze dei documenti in circolazione, non ancora ufficializzati.

11 BIBLIOGRAFIA

AA. VV., 2000. *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale ANPA / 2000, 223 pp.

AA. VV., 2003. *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*. Manuale ANPA / seconda edizione, giugno 2003, 223 pp.

AA. VV., 2007. *I.F.F. 2007 - Indice di Funzionalità Fluviale*. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata. MANUALE APAT 2007, 336 pp.

Al-Lami ALI A., Jaweir H.J. & Nashaat M.R., 1998. Benthic invertebrate community of the river Euphrates upstream and downstream sectors of Al-Qadisia dam, Iraq. *Regulated Rivers: Research & Management* **14**: 383-390.

APAT-IRSA/CNR, 2003. Indicatori Biologici. 9010. Indice Biotico Esteso (I.B.E.), in: Metodologie analitiche per il controllo della qualità delle acque. *Manuali e linee guida* - **29/2003**.

Armitage P.D., 1984. Environmental changes induced by stream regulation and their effect on lotic macroinvertebrate communities, in *Regulated Rivers. Proceedings of the Second International Symposium on Regulated Streams*, Lillehammer A. & Saltveit S.J. Eds., Universitetsforlaget, Oslo, 139-166.

Barbour M.T. & Stribling J.B., 1996. Use of Habitat Assessment in Evaluating the Biological Integrity of Stream Communities. *Proceedings of symposium "Biological Criteria: Research and Regulation"*. EPA-440/5-91-005. Office of Water (WH-586), Washington, DC 20460, pp 25-38.

Bisson P.A., Nielsen J.L., Palmason R.A. & Grove L.E., 1982. A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low streamflow, in *Acquisition Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information*, Armantrout ed., American fisheries Society, Western Division, Bethesda, MD, pp. 62-73.

Buffagni A., Erba S. & Pagnotta R., 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacOper. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi, 2007. "Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC

(WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico” *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)* , CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Buffagni A., Erba S., Aste F., Mignuoli C., Scanu G., Sollazzo C. & Pagnotta R., 2008. Criteri per la selezione di siti di riferimento fluviali per la Direttiva 2000/60/EC.. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)* , CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Bundi U., Eichenberger E. & Peter A., 1990. Water flow regime as the driving force for the formation of habitats and biological communities in Alpine rivers. *Hydrology in Mountainous Regions. II – Artificial Reservoirs; Water and Slopes* (Proceedings of two Lausanne Symposia, August 1990). IHAS Publ. **194**.

Calows P. & Petts G., 1992. *The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles*, Vol.1, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 526 pp.

Comoglio C., 1999. Proposta di linee guida per la predisposizione dei dossier di compatibilità ambientale dei prelievi idrici da corsi d'acqua naturali. Regione Piemonte, Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche, Torino, 456 pp.

Cushman R.M., 1985. Review of Ecological Effects of Rapidly Varying Flows Downstream from Hydroelectric Facilities. *North American Journal of Fisheries Management*, **5**: 330-339.

Dallafor V., Bertolaso M., Ghetti P.F., Minciardi M.R., Monauni C., Negri P., Rossi G.L., Siligardi M., 2011. Valutazione della funzionalità fluviale potenziale e calcolo della funzionalità relativa: un approccio per i tratti a funzionalità naturalmente limitata. *Biologia Ambientale*, **25 (2)**: 3-14.

Ghetti P.F., 1986. *Manuale di applicazione. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Indice Biotico E.B.I., modif. Ghetti.* Ed. Provincia Autonoma di Trento - Stazione Sperimentale Agraria Forestale - Servizio Protezione Ambiente, Trento, 111 pp.

Ghetti P.F., 1995. Indice Biotico Esteso (I.B.E.), in *Notiziario dei Metodi Analitici*. IRSA -CNR. Supplemento a Quaderni **100**: 1-24.

Ghetti P.F., 1997. *Indice Biotico Esteso I.B.E.. Manuale di applicazione. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua.* Ed. Provincia Autonoma di Trento - Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Trento, 221 pp.

Gore J.A. & Petts G.E., 1989. *Alternative in Regulated River Management*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 344 pp.

Gore J.A. & Petts G.E., 1989. *Alternative in Regulated River Management*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 344 pp.

Gregoire A.M. & Champeau A.M., 1984. Physico-chemical parameters of a regulated river: the Verdon (France), in *Regulated Rivers. Proceedings of the Second International Symposium on Regulated Streams*, Lillehammer A. & Saltveit S.J. Eds., Universitetsforlaget, Oslo, pp 41-52.

- Groeneveld D.P. & Griepentrog T.E., 1985.** Interdependence of Groundwater, riparian vegetation, and Streambank Stability: A Case Study, in *Riparian ecosystems and their management: reconciling conflicting uses. First North American riparian conference*, Tucson, Az. Gen. Tech. Rep. RM-120. Fort Collins, CO, USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, pp 44-48.
- Hadderingh R.H. & Jager Z., 2002** Comparison of fish impingement by a thermal power station with fish population in the Ems Estuary. *Journal of Fish Biology*, **61(Suppl. A)**: 105-124.
- Harris R.R., Risser R.J. & Fox C.A., 1985.** A Method for Evaluating Streamflow Discharge – Plant Species Occurrence Patterns on Headwater Streams, in *Riparian ecosystems and their management: reconciling conflicting uses. First North American riparian conference*, Tucson, Az. Gen. Tech. Rep. RM-120. Fort Collins, CO, USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, pp 87-90.
- Hayslip G., 1993.** *EPA Region 10 In-stream biological Monitoring Handbook*. U.S. Environmental Protection Agency - Region 10 Environmental Services Division. EPA 910/9-92-013. 75 pp.
- Hill M.T. & Platts W.S., 1991.** Ecological and Geomorphological Concepts for Instream and Out-of-Channel Flow Requirements. *Rivers* **2(3)**: 198-210.
- Humphrey J.H., Hunn R.C. & Bradford Shea G., 1985.** Hydraulic Characteristics of Steep Mountain Streams During Low and High Flow Conditions, and Implications for Fisheries Habitat. In the *Proceedings of the Symposium on Small Hydropower and Fisheries*, 1-3 may 1985, Aurora, Colorado, Published by The American Fisheries Society, pp 207-214. Lillehammer, 1985.
- Marcus M.D., Young M.K., Noel L.E. & Beth A., 1990.** *Salmonid-habitat relationships in the western United States*. Gen. Tech. Rep. RM-188. Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 84 pp.
- Mc Cain M., Fuller D., Decker L. & Overton K, 1990.** Stream Habitat Classification and Inventory Procedures for Northern California. *FHR Currents, R-5's Fish Habitat Relationships Technical Bulletin* **1**, 15 pp.
- Nagle D.G. & Morgan Jr J.T., 2000** A draft regulatory framework for analysing potential adverse environmental impact from cooling water intake structures *Environm. Science & Policy*, **3** (2000): ix-xiv.
- Newcombe C.P. & MacDonald D.D., 1991.** Effects of suspended sediments on Aquatic Ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management* **11**: 72-82.
- Newcombe C.P., 1994.** *Suspended Sediment in Aquatic Ecosystem: III Effects as a Function of Concentration and Duration of Exposure*. Habitat Protection Branch. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks. Victoria, British columbia, Canada, 298 pp.
- Newcombe C.P., 1996.** *Channel Sediment Pollution: A Provisional Fisheries Field Guide for Assessment of Risk and Impact*. Habitat Protection Branch. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks. Victoria, British columbia, Canada, 59 pp.

- Newton B., Pringle C. & Bjorkland R., 1998.** Stream Visual Assessment Protocol. National Water and Climate Center (NWCC) Technical Note **99-1**, USDA, 36 pp.
- Ovidio M., Paquer F., Capra H., Lambot F., Gerard P., Dupont E. & Philippart J.C., 2004.** Effects of a micro hydroelectric power plant upon population abundance, mobility and reproduction behaviour of European Grayling *T. thymallus* and brown trout *S. trutta* in a salmonid river. In *Proceedings of the Fifth International Symposium on Ecohydraulics, Aquatic Habitats: Analysis and Restoration* (Eds, D. Garcia de Jalon Lastra and P. Vizcaino Martinez). September 2004, Madrid, Spain, Vol A: 5-62.
- Parasiewicz P., Schmutz S. & Moog O., 1996.** The effect of managed hydropower peaking on the physical habitat, benthos and fish fauna in the Bregenzerach, a nival 6th order river in Austria. *Proceedings of the second IAHR Symposium on Habitat Hydraulics*, Leclerc et al. eds., Ecohydraulics 2000, Quebec: 685-697.
- Petts G.E. & Maddock I., 1994.** Flow Allocation for In-river Needs, in *The Rivers Handbook. Hydrological and Ecological Principles*, Vol.2. Calows P. & Petts G. Eds., Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 289-307.
- Petts G.E., 1984.** *Impounded Rivers. Perspective for ecological management.* Environmental Monographs and Symposia. John Wiley & Sons, 326 pp.
- Plafkin J. L., Michael T. Barbour, Kimberly D. Porter, Sharon K. Gross, Robert M. Hughes, 1989.** *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers. Benthic Macroinvertebrates and Fish.* E.P.A./444/4-89-001. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water (WH-553); Washington, DC.
- Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. (2016)** *IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Versione aggiornata 2016 – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016.* Roma, gennaio 2016.
- Saltveit S.J., Brittain J.E. & Lillehammer A., 1987.** Stoneflies and river regulation – a review in *Regulated Streams; Advances in Ecology*, Craig J.F. & Kemper J.B. Eds., Plenum Press, pp 117-130.
- Scott M.L., Auble G.T., Friedman J.M., Ischinger L.S., Eggleston E.D., Wondzell M.A., Shafroth P.B., Back J.T. & Jordan M.S., 1993.** *Flow recommendations for maintaining riparian vegetation along the Upper Missouri River, Montana.* National Biological Survey, National Ecology Research Center, Fort Collins, CO, 36 pp.
- Siligardi M. & Maiolini B., 1993.** L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2. *Biologia ambientale* **VII, 30**: 18-24.
- Stromberg J.C. & Patten D.T., 1990.** Riparian Vegetation Instream Flow Requirements: A Case Study from a Diverted Stream in the Eastern Sierra Nevada, California, USA. *Environmental Management*, **14(2)**: 185-194.
- Valentin S., Souchon Y. & Wasson J.G., 1993.** Evaluation of hydropeaking effects on fish community and habitat. In Cows I.G. (Eds.), *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*. Oxford: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications: 138-151.

Van Winkel W., 2000. A perspective on power generation impacts and compensation in fish populations *Environm. Science & Policy*, **3** (2000): S425-S431.

Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R. & Cushing C.E., 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* **37**: 130-137.

Vismara R., 1988. *Ecologia applicata*. Editore Ulrico Hoepli, Milano, 694 pp.