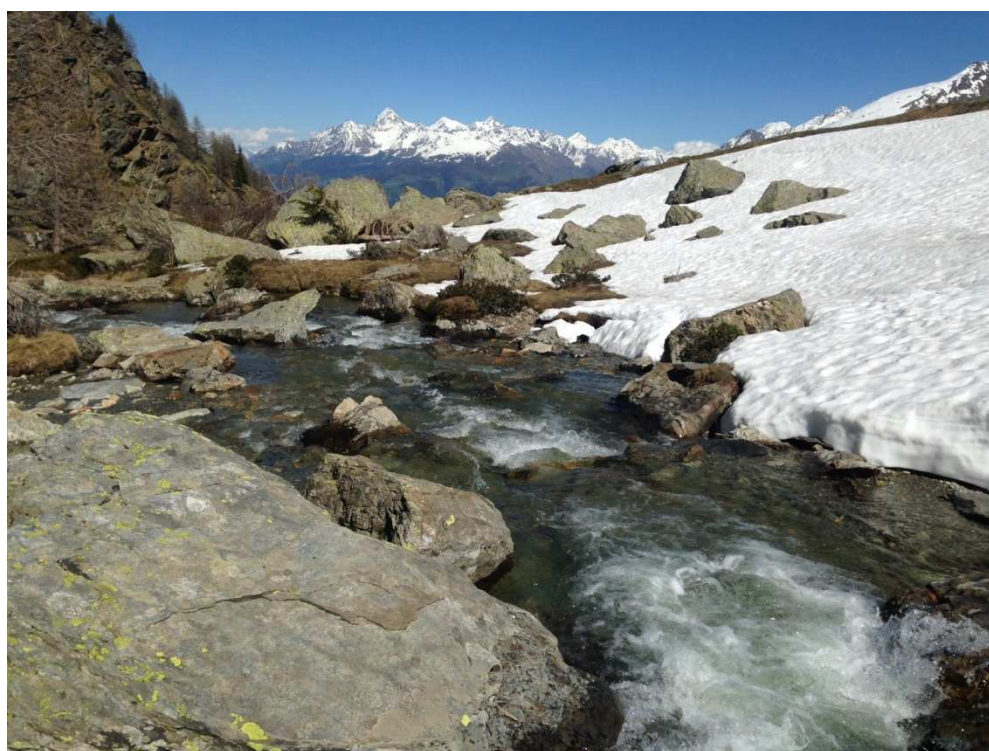




Caratterizzazione ambientale del Torrente Planaval (2019)

**Esecutore:**

Eaulogie s.r.l.
Piazza Roncas, 7
11100 AOSTA
P. IVA 01124250075

Progetto:

Monitoraggio ambientale del torrente
Planaval in Comune di Avise

Committente:

CMF RUNAZ, BAISE PIERRE E
PLAN RAFFORT

Aosta, 28/02/2020

Indice

1	Premessa.....	2
2	Materiali e metodi	3
2.1	Indice Biotico Esteso (I.B.E.)	3
2.2	Sistema di classificazione MacrOper	7
2.3	Analisi degli elementi di qualità fisico-chimica (L.I.M.).....	11
3	Risultati	14
3.1	Indice Biotico Esteso (I.B.E.) e indice STAR-ICMi.....	14
3.1.1	Stazione Planaval M (tratto a monte dell'opera di presa).....	14
3.1.2	Stazione Planaval S (tratto a valle dell' opera di presa)	19
3.1.3	Quadro generale.....	23
3.2	Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (L.I.M.).....	24
3.2.1	Stazione Planaval M (monte).....	24
3.2.2	Stazione Planaval S (tratto a valle).....	26
3.3	Misure di portata.....	28
4	Conclusioni generali.....	29
5	Bibliografia.....	30

1 Premessa

Il torrente Planaval origina dal Glacier du Tsassé Blanc, a circa 2600 m di quota e dopo un percorso di 6,5 km entra nella Dora di Valgrisenche a valle della frazione Roset. A quota 2200 m s.l.m., poco a monte della prevista opera di presa, riceve le acque del Torrent du Fond, che origina anch'esso dal fronte del Glacier du Tsassé Blanc e drena anche le acque del Lac du Fond (2438 m s.l.m.).

Le acque del torrente sono sfruttate a scopo irriguo dai consorzi di miglioramento fondiario di "Runaz" e di "Baise Pierre e Plan Raffort", oltre che per l'approvvigionamento di acqua potabile. Presso la frazione Roset, le acque del torrente vengono in parte convogliate, tramite tubazione di circa 800 m di lunghezza, a monte dell'opera di presa esistente sulla Dora di Valgrisenche.

Fig. 1: tratto del torrente Planaval a monte della prevista opera di presa



2 Materiali e metodi

2.1 Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

In questo studio è stato utilizzato l'indice biologico I.B.E. (Ghetti, 1997) che costituisce il metodo di controllo biologico dei corsi d'acqua ufficialmente sancito dalla normativa specifica attualmente in vigore (D.Lgs. 152/99).

L'I.B.E. deriva dal Trent Biotic Index (Woodiwiss, 1964), introdotto e adattato ai corsi d'acqua italiani come Extended Biotic Index - E.B.I. (Ghetti, 1978) e recentemente rivisto e calibrato per i corsi d'acqua italiani come I.B.E. (Indice Biotico Esteso).

L'I.B.E. utilizza come indicatore la comunità di invertebrati acquatici che colonizza l'alveo dei corsi d'acqua; le valutazioni effettuate sulle biocenosi bentoniche, la cui composizione è strettamente legata alla situazione qualitativa dell'ambiente acquatico, consentono di ottenere una zonazione dell'asta fluviale in funzione dello stato di qualità ambientale.

L'I.B.E. fornisce un giudizio complementare al controllo fisico, chimico e microbiologico. Mentre questi tipi di analisi individuano le singole cause e la dinamica del processo di alterazione dell'acqua e dei sedimenti (stima del rischio ambientale), il monitoraggio biologico, invece, verifica sinteticamente gli effetti di insieme prodotti dal complesso delle cause inquinanti (analisi degli effetti reali). Esso permette così di valutare anche le capacità autodepurative di tratti di corsi d'acqua soggetti a carichi inquinanti continui o temporanei.

Attraverso l'I.B.E. si possono classificare i vari tratti dei corsi d'acqua in cinque classi di qualità e ottenere un quadro di insieme utile sia alla programmazione degli interventi risanatori, sia ad una corretta pianificazione del sistema di monitoraggio fisico, chimico ed ambientale; si può così controllare nel tempo l'efficacia degli interventi risanatori stessi attraverso il recupero della qualità ambientale dei corpi idrici.

Come anticipato, l'I.B.E. si basa sull'analisi della struttura delle comunità di macroinvertebrati bentonici che colonizzano le differenti tipologie fluviali. Con organismi macroinvertebrati bentonici si intendono, convenzionalmente, quegli organismi che vengono trattiene da un retino con 21 maglie per centimetro. La scelta di questi organismi come indicatori è legata alle seguenti ragioni:

- si tratta di organismi ubiquitari, relativamente facili da campionare e da identificare;
- numerose specie sono sensibili alle alterazioni chimico-fisiche delle acque ed esiste una conoscenza approfondita della loro ecologia;
- hanno una durata di vita abbastanza lunga e possono quindi registrare gli eventi che si susseguono nell'ambiente;
- vivono preferibilmente sui substrati e in grado di effettuare limitati spostamenti, cosicché possono riflettere con immediatezza la qualità dell'acqua e del sedimento.

I taxa considerati ed il livello di determinazione tassonomica richiesto dall'indice I.B.E., sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Per Unità Sistemica (U.S.) si intende il livello di determinazione sistematica richiesto da questo metodo. Il livello si riferisce al genere o alla famiglia; è evitata pertanto una classificazione degli organismi fino al livello di specie, fatto che spesso volte richiederebbe la presenza di specialisti.

Tabella 1: limiti obbligati per la definizione delle U.S.

Gruppi faunistici	Livelli di determinazione Tassonomica per definire le Unità Sistematiche in I.B.E.
PLECOTTERI	Genere
TRICOTTERI	Famiglia
EFEMEROTTERI	Genere
COLEOTTERI	Famiglia
ODONATI	Genere
DITTERI	Famiglia
ETEROTTERI	Famiglia
CROSTACEI	Famiglia
GASTEROPODI	Famiglia
BIVALVI	Famiglia
TRICLADI	Genere
IRUDINEI	Genere
OLIGOCHETI	Famiglia
Altri taxa da considerare nel calcolo dell' I.B.E.	
Sialidae (MEGALOTTERI) Osmylidae (PLANIPENNI) Gordiidae (NEMATOMORFI) Prostoma (NEMERTINI)	

Il numero totale delle Unità Sistematiche di una determinata stazione, cioè la "ricchezza in taxa" della stazione stessa, non tiene conto delle Unità Sistematiche a cui appartengono organismi eventualmente trasportati a valle dalla corrente e definiti

"di drift", che rappresentano quindi solo presenze occasionali o temporanee, non appartenenti in modo stabile alla comunità.

Per il calcolo del valore dell'indice si utilizza una tabella che permette di tradurre dati e considerazioni comprensibili solo agli specialisti, in un valore numerico.

Si tratta di una tabella a doppia entrata. L'entrata orizzontale considera l'aspetto di sensibilità alle alterazioni dell'ambiente acquatico, mentre l'entrata verticale tiene conto del grado di biodiversità e considera il numero totale di taxa che costituisce la comunità.

I valori decrescenti dell'indice vanno intesi come un progressivo allontanamento da una condizione "ottimale o attesa", definita dalla composizione della comunità che, in condizioni di "buona efficienza dell'ecosistema", dovrebbe colonizzare quella determinata tipologia fluviale. La composizione "attesa" varia ovviamente a seconda della tipologia fluviale considerata.

Tabella 2: tabella per il calcolo del valore di I.B.E.

Gruppi Faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecotteri presenti (Leuctra°)	più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri presenti (escludere Baetidae, Caenidae)°°	più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti (comprendere Baetidae e Caenidae)	più di una U.S.	-	4	6	7	8	9	10	11	-
	una sola U.S.	-	5	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi e/o Atiidi e/o Palemonidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Niphargidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi	tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	tutte le U.S. sopra assenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda:

°: nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (o presenti solo Baetidae e Caenidae), *Leuctra* deve essere considerata a livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella;

°°: per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie Baetidae e Caenidae vengono considerate a livello dei Tricotteri;

-: giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'I.B.E. (es. sorgenti, acque di scioglimento dei nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre);

*: questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa), sia nel valutare gli effetti prodotti dall'inquinamento trattandosi di ambienti con elevata ricchezza in taxa

Mediante l'utilizzo di un'altra specifica tabella, il valore dell'I.B.E., viene convertito nella corrispondente classe di qualità.

I valori di I.B.E. sono raggruppati in cinque Classi di Qualità (C.Q.), ciascuna individuata da un numero romano come indicato nella Tabella che segue.

Tabella 3: tabella di conversione dei valori di I.B.E. in classi di qualità.

Classi di qualità	Valore di I.B.E.	Giudizio di qualità	Colore e/o retinatura relativa alla Classe di Qualità
Classe I	10-11-12	Ambiente non alterato in modo sensibile	azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	verde
Classe III	6-7	Ambiente alterato	giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto alterato	arancione
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente degradato	rosso

Queste classi consentono la rappresentazione dei corsi d'acqua mediante cinque intervalli di giudizio, piuttosto ampi e quindi meno soggetti, rispetto all'indice numerico, agli errori ricorrenti in una valutazione così complessa. Anche per le Classi di Qualità possono venire espressi livelli di giudizio intermedi fra due Classi di Qualità.

Inoltre le cinque Classi di Qualità possono essere facilmente visualizzate in cartografia mediante colori convenzionali (azzurro, verde, giallo, arancione, rosso) o altro simbolismo grafico. I valori intermedi fra le classi vengono rappresentati mediante tratteggio formato dai colori corrispondenti alle due classi.

Questo artificio grafico consente di rappresentare direttamente in cartografia il giudizio sullo stato di qualità di un determinato tratto di corso d'acqua.

La Regione Valle d'Aosta, al fine di meglio articolare la definizione degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici superficiali significativi regionali, ha introdotto alcune indicazioni relativamente ai due indicatori LIM e IBE.

In particolare per l'IBE, le classi II (buono) e III (sufficiente) sono state articolate ciascuna in due sottoclassi: IIA (9,5-8,6) e IIB (8,5-7,6) e IIIA (7,5-6,6) e IIIB (6,5-5,6).

Per descrivere la situazione ambientale del tratto sotteso dalla futura derivazione, in accordo con l'Amministrazione regionale e i Consorzi di Miglioramento Fondiario di Runaz, Baise Pierre e Plan Raffort, si sono controllate mediante gli indici IBE e STAR_ICMi 2 stazioni di rilevamento:

- 1 stazione localizzata subito a monte della futura opera di presa;
- 1 stazione localizzata a valle della futura opera di presa.

Come richiesto dal programma di caratterizzazione ambientale concordato, le due stazioni sono state controllate in due condizioni di portata differenti.

2.2 Sistema di classificazione MacrOper

Il sistema di classificazione denominato MacrOper è basato sul calcolo dell'indice denominato Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi), di cui al DM 260/2010, che consente di derivare la classe di qualità per gli organismi macrobentonici utile per la definizione dello stato ecologico.

Una corretta attribuzione ad una classe di qualità con il sistema MacrOper richiede che il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato secondo un metodo conforme alle richieste della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD). Tale metodo, di tipo multihabitat, prevede un campionamento quantitativo di macroinvertebrati che avviene proporzionalmente alla percentuale dei diversi habitat presenti nel corpo idrico in esame (Buffagni & Erba 2007b; Buffagni et al., 2007b, e successivi aggiornamenti e/o manuali ISPRA).

In conformità con la Water Framework Directive si procede, in prima istanza, identificando a quale Idro-Ecoregione (HER) e a quale tipo fluviale il sito appartiene. Tali informazioni sono necessarie per definire l'estensione dell'area e la tipologia di corrente da campionare (riffle, pool o altro), nonché quali strumenti utilizzare.

Nella tabella successiva sono riportati i mesohabitat e la superficie di campionamento da indagare in funzione della HER di appartenenza del corpo idrico in studio.

Tabella 4: Superficie totale e mesohabitat di campionamento in funzione delle HER presenti nel Nord Italia. (Estratto Notiziario dei Metodi Analitici CNR-IRSA del 01/03/07).

COD. HER	IDRO-ECOREGIONE (HER)	SUPERFICIE DI CAMPIONAMENTO (m ²)	MESOHABITAT DI CAMPIONAMENTO
01	Alpi occidentali	1	Riffle / Generico
02	Prealpi – Dolomiti	1	Riffle / Generico
03	Alpi Centro - Orientali	1	Riffle / Generico
04	Alpi Meridionali	1	Riffle / Generico
05	Monferrato	0,5	Generico
06	Pianura Padana	0,5	Generico
07	Carso	1	Generico
08	Appennino Piemontese	1	Pool / Generico
09	Alpi Mediterranee	1	Riffle / Generico
10	Appennino Settentrionale	1	Pool / Generico

Si individua poi, come stazione di campionamento, una porzione di fiume che dovrebbe essere rappresentativa di un tratto più ampio dell'asta fluviale. Per ciascuna stazione il campionamento viene eseguito raccogliendo diversi campioni (repliche) il cui numero è stabilito a seconda delle finalità del monitoraggio, che nel caso in oggetto è di tipo “operativo”, quindi costituito da 10 repliche.

Sul materiale raccolto si procede direttamente in campo con il riconoscimento e la determinazione quantitativa.

Per il Monitoraggio Operativo (MO), la categoria tassonomica di determinazione considerata sufficiente è la Famiglia, in accordo con quanto ritenuto necessario a livello europeo per la classificazione della qualità ecologica (Buffagni et al., 2007c). Per i Monitoraggi di Sorveglianza (MS) e di Indagine (MI) la determinazione richiesta per alcuni taxa (Tabella 5) è fino a livello di Genere (Ghetti, 1997; APAT & IRSA, 2003) mentre per gli Efemerotteri è richiesto il livello di Unità Operazionali (U.O.) (Buffagni, 1999; 2002; Buffagni & Belfiore, 2007); ad oggi queste informazioni di maggior dettaglio non sono utilizzabili non essendo ancora definito il set di metriche per il Sistema dedicato al monitoraggio di sorveglianza e investigativo.

Tabella 5: Categorie tassonomiche di determinazione per il MO del metodo Multihabitat Proporzionale, con gli approfondimenti (●) previsti per MS e MI (APAT, 2007, modificato).

Taxa	Livelli di determinazione tassonomica per definire i diversi TAXA
Plecotteri	Genere ●
Efemerotteri	Unità Operazionali ●
Tricotteri	Famiglia
Coleotteri	Famiglia
Odonati	Genere ●
Ditteri	Famiglia
Eterotteri	Famiglia
Crostacei	Famiglia
Gasteropodi	Famiglia
Bivalvi	Famiglia
Tricladi	Genere ●
Irudinei	Genere ●
Oligocheti	Famiglia

Per la determinazione dello stato ecologico, il sistema di classificazione MacrOper si avvale dell' Indice STAR_ICMi (STAR Intercalibration Common Metric index). Lo STAR_ICMi è un indice multimetrico composto da sei metriche normalizzate e ponderate che descrivono i principali aspetti su cui la WFD pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità). Ad ogni metrica viene assegnato un peso relativo ai fini del calcolo dello STAR_ICMi. e in particolare:

1. ASPT Average Score Per Taxon: derivato dall'indice BMWP consente di rilevare l'inquinamento organico di un fiume considerando la sensibilità di alcuni macroinvertebrati e il numero di famiglie totali raccolte (peso: 0,334).
2. Log10(sel_EPTD+1): dove EPTD rappresenta l'abbondanza di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae (peso: 0,266).
3. 1-GOLD: dove GOLD indica l'Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera (peso: 0,067).
4. Numero di famiglie di EPT: numero di famiglie di Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri (peso: 0,083).
5. Numero totale di famiglie (peso: 0,167).
6. Indice di diversità di Shannon-Weiner: misura la diversità specifica tenendo conto del numero di specie del campione e dell'abbondanza relativa (peso: 0,083).

Come indicato dalla WFD ai fini della comparabilità della classificazione, lo STAR_ICMi viene espresso in Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) e assume valori teorici tra 0 e 1.

L'attribuzione a una delle cinque classi di qualità per il sito in esame è da effettuarsi sulla base del valore medio dei valori dell'indice utilizzato relativi alle diverse stagioni di campionamento (D.M. 260/2010 All.1).

Come descritto nell'Allegato 1 del D.M. 260/2010, i valori limite dell'indice STAR_ICMi per ogni stato ecologico variano in funzione del macrotipo fluviale a cui il corpo idrico appartiene (Tabella 6).

Tabella 6: Giudizi di stato ecologico con i valori limite in funzione dei diversi macrotipi fluviali (Tab.4.1.1/b, All.1 del D.M. 260/2010, modificato).

Macrotipo fluviale	Limiti di classe*			
	Elevato/ Buono	Buono/ Sufficiente	Sufficiente/ Scarso	Scarso/ Cattivo
A1	0.97	0.73	0.49	0.24
A2	0.95	0.71	0.48	0.24
C	0.96	0.72	0.48	0.24
M1	0.97	0.72	0.48	0.24
M2-M3-M4	0.94	0.70	0.47	0.24
M5	0.97	0.73	0.49	0.24

** I valori riportati corrispondono al valore più basso della classe superiore.*

2.3 **Analisi degli elementi di qualità fisico-chimica (L.I.M.)**

Sui campioni d'acqua prelevati in corrispondenza delle stazioni selezionate per l'applicazione degli indici di qualità biotica sono state eseguite le analisi chimico-fisiche e microbiologiche per la definizione del L.I.M./LIMeco, che riguardano alcuni parametri di base che servono a fornire informazioni sulle caratteristiche di qualità riferite alla pressione antropica, rappresentata quindi prevalentemente da reflui delle attività umane.

I parametri utilizzati per il calcolo del L.I.M. sono: conducibilità, percentuale di saturazione d'ossigeno, richiesta biologica di ossigeno (B.O.D.₅), richiesta chimica di ossigeno (C.O.D.), azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale e *Escherichia coli*.

Per la misura della conducibilità si è utilizzato il metodo elettrochimico di determinazione (conduttimetro Hanna Instruments HI 9033 a immersione completa).

Per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto si è utilizzato il metodo amperometrico (ossimetro portatile Handy Gamma OxyGuard).

Per la determinazione della richiesta biologica di ossigeno (B.O.D.₅) si è proceduto alla misura diretta seguendo il metodo riportato nel manuale APAT IRSA CNR 29/2003 5120-A. Il metodo utilizzato per la determinazione della richiesta chimica di ossigeno (C.O.D.) è l'ossidazione mediante soluzione di dicromato di potassio (APAT IRSA-CNR 29/2003 5130).

Il valore della concentrazione di azoto ammoniacale è stata effettuata con determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler (APAT IRSA-CNR 29/2003 4030-A2). La concentrazione dell'azoto nitrico è stata determinata spettrofotometricamente utilizzando il metodo della riduzione con cadmio.

L'unico parametro microbiologico rilevato è stato *Escherichia coli*, un importante indicatore di contaminazione fecale; il metodo utilizzato è quello ISO 9308-1.

La maggior parte di questi parametri corrisponde ai macrodescrittori che nell'Allegato 1 del Decreto Legislativo n°152 del 1999 e successive modifiche, definiscono i Livelli di Inquinamento (L.I.M.). I livelli a cui si fa riferimento sono 5, dove il primo livello (Livello 1) definisce una elevata qualità dell'acqua e l'ultimo (Livello 5) una pessima qualità (Tabella).

Tabella 7: Parametri per la definizione del L.I.M. e relativa concentrazione.

		CONCENTRAZIONE				
PARAMETRI	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	≤ 0,10	≤ 0,50	≤ 1,50	> 1,50
	NO ₃ (N mg/l)	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5,0	≤ 10,0	> 10,0
	Fosforo totale (P mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,60	> 0,60
	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	< 100	≤ 1000	≤ 5000	≤ 20000	> 20000
Punteggio da attribuire (75° percentile)		80	40	20	10	5
Punteggio LIM		480-560	240-475	120-235	60-115	< 60
LIVELLO LIM		1	2	3	4	5

Una parte dei parametri necessari per il calcolo di LIM sono utili anche per il calcolo del LIMeco; gli elementi fisico-chimici a sostegno delle analisi biologiche da utilizzare per il calcolo dell'indice sono i seguenti (DM 206/2010):

- Nutrienti (N-NH₄, N-NO₃, Fosforo totale)
- Ossigeno disciolto (O₂ % di saturazione).

Il LIMeco di ciascun campione viene calcolato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella Tabella 8 (da tab. 4.1.2/a, DM260/2010).

Tabella 8: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco.

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % sat.		≤ 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
Fosforo totale (µg/l)		<50	≤100	≤200	≤400	>400

Il valore medio di LIMeco calcolato per il periodo di campionamento è utilizzato per attribuire la classe di qualità al sito, secondo i limiti indicati nella Tabella 9 (da tab 4.1.2/b DM260/2010)

Tabella 9: Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco.

Stato	LIMeco
ELEVATO	$\geq 0,66$
BUONO	$\geq 0,50$
SUFFICIENTE	$\geq 0,33$
SCARSO	$\geq 0,17$
CATTIVO	$< 0,17$

Conformemente a quanto stabilito nella Direttiva 2000/60/CE, lo stato ecologico del corpo idrico risultante dagli elementi di qualità biologica non viene declassato oltre la classe sufficiente qualora il valore LIMeco per il corpo idrico osservato dovesse ricadere nella classe scarso o cattivo.

Per un giudizio complessivo della classificazione si tiene conto anche di temperatura, pH e conducibilità, che vengono utilizzati per una migliore interpretazione del dato biologico ma non per la classificazione. Ai fini della classificazione in stato elevato, è necessario che sia verificato che i corpi idrici non presentino segni di alterazioni antropiche e o comunque si presentino in condizioni territoriali considerabili inalterate. Ai fini della classificazione in stato buono, è necessario che sia verificato che detti parametri non siano al di fuori dell'intervallo dei valori fissati per il funzionamento dell'ecosistema tipo specifico e per il raggiungimento dei corrispondenti valori per gli elementi di qualità biologica (D.M. 260/2010).

3 Risultati

3.1 Indice Biotico Esteso (I.B.E.) e indice STAR-ICMi

Ai fini del presente monitoraggio sono state individuate 2 stazioni di controllo, così posizionate:

- 1 stazione a monte della futura opera di presa;
- 1 stazione subito a valle della futura opera di presa.

Le due stazioni sono state monitorate in due diverse condizioni di portata, rispettivamente in primavera e autunno 2019.

3.1.1 Stazione Planaval M (tratto a monte dell'opera di presa)

La stazione selezionata in questo tratto per l'applicazione degli indici biologici si trova a 2200 m s.l.m., in loc. Glacier, circa 150 m a monte della futura opera di presa.

Figura 1: Stazione di campionamento I.B.E. e STAR_ICMi (settembre 2019).



Il tratto a monte della prevista opera di presa è caratterizzato da pendenza modesta, che determina l'alternarsi di tratti a rapida (rapid), con flusso abbastanza turbolento e substrati di dimensioni medio-grandi (ciottoli e massi, 40% MES, 10% MGL), pozze (pool) di dimensioni ridotte, e tratti con profilo longitudinale del pelo libero abbastanza regolare (glide o riffle con turbolenza moderata) e substrati medio-piccoli (30% MES, 20% MIC).

L'alveo bagnato in condizioni di morbida primaverile misura circa 7 m di larghezza, con una profondità media di circa 20 cm che raggiunge i 50 cm nelle zone più profonde; al termine della stagione estiva la larghezza media dell'alveo è stata stimata di 6 m, con profondità massima di 40 cm.

La componente vegetale in alveo è costituita esclusivamente da uno strato di *periphyton* rilevabile solo al tatto.

Nel tratto in esame la vegetazione riparia è assente. Sia in destra che in sinistra idrografica il territorio circostante è caratterizzato dalla prateria alpina con radi rododendri in prossimità delle sponde.

In tabella 10 viene riportata la scheda con i gruppi faunistici (U.S.) rinvenuti nella stazione di campionamento e che riassume i risultati dell'indagine macrobentonica nei due periodi in cui è stato applicato il metodo.

Tabella 10: Schema riassuntivo dell'I.B.E. nella stazione a monte dell'opera di presa.

Corso d'acqua	Planaval	
Località	Glacier	
Stazione	Monte	
Data	30/05/2019	11/09/2019
Unità Sistematiche	Abb./Drift	Abb./Drift
<i>Perlodes</i>	+	
<i>Dyctiogenus</i>	-	+
<i>Leuctra</i>	+	Drift
<i>Protonemura</i>	+	+
<i>Nemoura</i>	+	+
<i>Chloroperla</i>	+	+
<i>Baetis</i>	+	+
<i>Ecdyonurus</i>	+	+
<i>Rhithrogena</i>	+	+
Limnephilidae	+	+
Rhyacophilidae	Drift	+

Corso d'acqua	Planaval	
Località	Glacier	
Stazione	Monte	
Data	30/05/2019	11/09/2019
Unità Sistematiche	Abb./Drift	Abb./Drift
Blephariceridae	Drift	+
Chironomidae	+	+
Empididae	+	+
Simuliidae	+	+
Psicodidae	+	-
Tipulidae	+	-
Planariidae	+	+
Lumbriculidae	+	+
Naididae	+	+
Totale US	17	16
Totale drift	2	1
IBE	10	10-9
Classe Qualità	I	I IIA

La comunità di macroinvertebrati insediata in questo tratto di torrente risulta moderatamente diversificata e gli EPT taxa, i gruppi faunistici maggiormente esigenti dal punto di vista della qualità delle acque e dell'ambiente, rappresentano comunque una discreta percentuale delle presenze.

I plecoteri sono sempre presenti con un numero di generi abbastanza variabile. Indipendentemente da ciò, *Chloroperla*, *Nemoura* e *Protonemura* sono stati sempre rinvenuti, mentre *Perlodes* e *Leuctra* sono presenti solo in primavera.

Tra gli efemeroteri è sempre presente *Baetis*, mentre gli Heptagenidae sono presenti con i generi *Ecdyonurus* e *Rhithrogena*.

Tra i tricoteri si segnalano le famiglie Limnephilidae e Ryacophilidae.

La comunità di ditteri è rappresentata da 4 famiglie (Chironomidae, Empididae, Blephariceridae e Simuliidae) rinvenute in tutti i campionamenti. A questi si aggiungono Tipulidae e Psicodidae in primavera.

Tra i Planariidae, la *Crenobia* è presente stabilmente.

Negli ambienti caratterizzati da substrato meno grossolano, in entrambe le stagioni sono stati campionati Oligocheti delle famiglie Naididae e Lumbriculidae.

Complessivamente le unità sistematiche ritenute stabilmente presenti in questa comunità di macroinvertebrati sono risultate essere 17 in primavera e 16 a fine estate, pari ad una I Classe di Qualità in primavera e ad una I-II C.Q. in estate.

Per la classificazione che utilizza il sistema MacrOper è necessaria l'attribuzione del tipo fluviale di appartenenza, che per questo Corpo Idrico risulta essere "01GH1".

I campionamenti quantitativi hanno fornito i risultati riportati in Tabella 11.

Tabella 11: Risultati quantitativi del campionamento multi-habitat proporzionale.

Stazione	Planaval	
Località	Glacier	
Data	30/05/2019	10/09/2019
Unità Sistematiche		
LEUCTRIDAE	35	4
NEMOURIDAE	15	26
PERLODIDAE	13	5
CHLOROPERLIDAE	26	9
TAENIOPTERYGIDAE	4	6
BAETIDAE	59	112
HEPTAGENIIDAE	65	156
LIMNEPHILIDAE	6	12
RHYACOPHILIDAE	3	15
BLEPHARICERIDAE	1	3
CHIRONOMIDAE	57	59
EMPIDIDAE	1	9
LIMONIIDAE	1	-
SIMULIIDAE	63	1
PSYCHODIDAE	2	
TIPULIDAE	2	-
PLANARIDAE	6	4
NAIDIDAE	1	-
LUMBRICULIDAE	4	3
HYDRACARINA	3	3

Il calcolo dell'indice multimettrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi) ha dato come risultato un valore di 1,133 a maggio e 1,127 a settembre; il sito risulta in I classe di qualità (elevato) in entrambe i periodi (12).

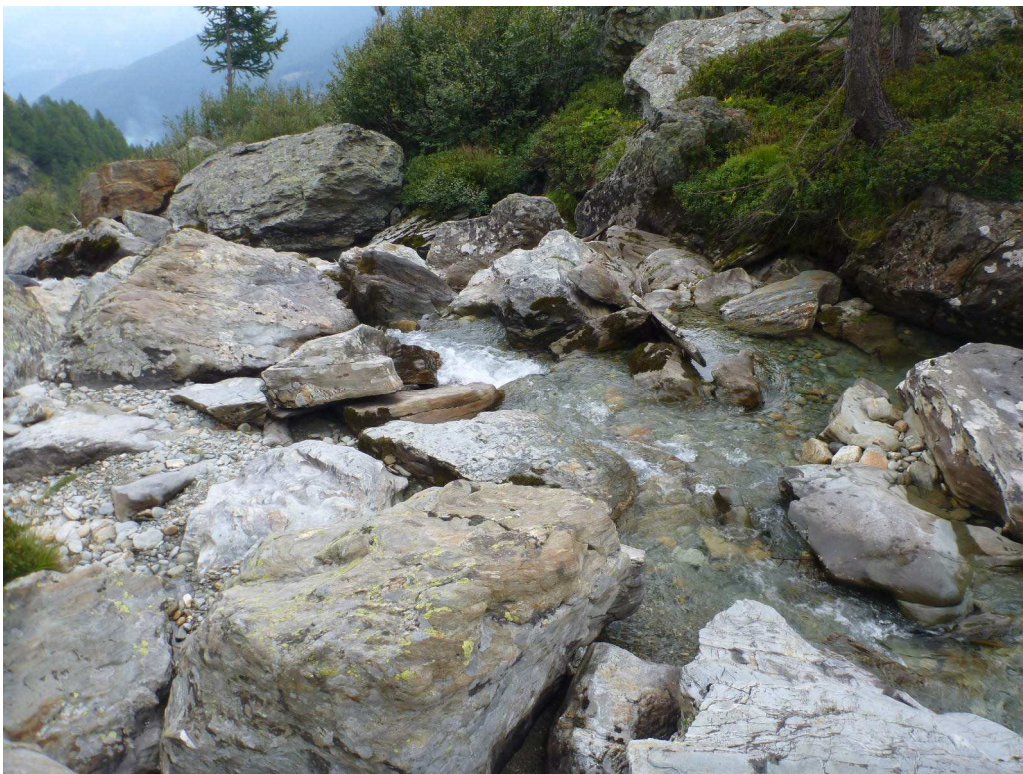
Tabella 12: Risultati del campionamento multi-habitat proporzionale.

Stazione	Planaval	
Località	Glacier	
Tipo fluviale	01GH1	
Mesohabitat atteso	Generico	
Mesohabitat campionato	Generico	
Data	30/05/2019	10/09/2019
ASPT	6,64	6,77
N_Fam	20	16
N_EPT_Fam	9	9
1_GOLD	0,64	0,84
Shannon	2,29	1,82
SeLEPTD	1,94	2,29
STAR-ICMi	1,133	1,127
Classe	I	I

3.1.2 Stazione Planaval S (tratto a valle dell' opera di presa)

La stazione selezionata in questo tratto per l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso si trova appena a valle della prevista opera di presa, nel breve tratto ancora percorribile prima del salto verticale che pone termine alla vallecchia di origine glaciale compresa tra il fronte del ghiacciaio Tsassé Blanc e quota 2200 m s.l.m.

Figura 3: Stazione di campionamento I.B.E. e STAR_ICMi (settembre 2019).



Il tratto è rappresentativo delle principali tipologie ambientali presenti, ed alterna brevi rapide a salti e pozze (pool) di dimensioni ridotte.

L'alveo bagnato in condizioni di morbida primaverile misura circa 6 m di larghezza, con una profondità media di circa 20 cm che raggiunge i 60 cm nelle pozze più profonde; dopo il periodo estivo, la larghezza dell'alveo si riduce di circa 1 m, con profondità massime di 40 cm.

Il substrato è costituito principalmente dalle componenti medio-grandi, in particolare massi (MGL 20%), sassi (MAC 30%) e ciottoli (MES 30%); riveste discreta importanza anche la ghiaia grossolana (MIC 20 %).

La componente vegetale in alveo è costituita esclusivamente da uno strato di *periphyton* rilevabile solo al tatto.

Sia in destra che in sinistra idrografica il territorio circostante è caratterizzato dalla prateria alpina, con arbusti di rododendro in prossimità dell'alveo.

In tabella 13 viene riportata la scheda con i gruppi faunistici (U.S.) rinvenuti nella stazione di campionamento e che riassume i risultati dell'indagine macrobentonica nei due periodi in cui è stato applicato il metodo.

Tabella 13: Schema riassuntivo dell'I.B.E. nella stazione a valle della prevista opera di presa.

Corso d'acqua	Planaval	
Località	Glacier	
Stazione	Valle	
Data	30/05/2019	11/09/2019
Unità Sistematiche	Abb./Drift	Abb./Drift
<i>Dictyogenus</i>	+	+
<i>Isoperla</i>	+	-
<i>Leuctra</i>	+	Drift
<i>Nemoura</i>	+	+
<i>Protonemura</i>	+	+
<i>Rhabdiopterix</i>	-	+
<i>Chloroperla</i>	+	+
<i>Baetis</i>	+	+
<i>Ecdyonurus</i>	+	+
<i>Rhithrogena</i>	+	+
Limnephilidae	+	+
Rhyacophilidae	-	+
Blephariceridae	-	+
Chironomidae	+	+
Psicodidae	+	-
Empididae	-	+
Simuliidae	+	Drift
Tipulidae	Drift	
Planariidae	+	+
Lumbriculidae	+	+
Totale US	15	15
Totale drift	1	2
IBE	9-10	9-10
Classe Qualità	IIA- -I	IIA- -I

La comunità di macroinvertebrati insediata in questo tratto di torrente risulta molto simile a quella descritta per il tratto poco più a monte, con un numero discreto di U.S. conteggiate ai fini del metodo e una presenza discontinua degli EPT taxa.

In questo caso i plecoteri sono stabilmente presenti con 4 generi (*Dyctiogenus*, *Chloroperla*, *Protonemura* e *Nemoura*). In primavera sono stati conteggiati anche *Isoperla* e *Rhabdiopteryx*, mentre *Leuctra*, pur sempre rinvenuto, non raggiunge un numero sufficiente.

Tra gli efemeroteri sono sempre presenti *Baetis* e gli Heptagenidae *Rhithrogena* e *Ecdyonurus* anche se il secondo è stato classificato come "drift" in primavera.

Tra i tricoteri si segnalano le famiglie Limnephilidae e Ryacophilidae, la seconda solo in autunno.

La comunità di ditteri è rappresentata da 1 sola famiglia stabile (Chironomidae), mentre i Simuliidae non sono stati campionati in numero sufficiente in autunno. A questi si aggiungono Psicodidae in primavera e Blephariceridae in autunno. Segnalati anche i Tipulidae

Tra i Planariidae, la *Crenobia* è presente stabilmente.

Negli ambienti caratterizzati da substrato meno grossolano, in entrambe le stagioni sono stati campionati Oligocheti della famiglia Lumbriculidae.

Complessivamente sono state rinvenute 15 unità sistematiche sia in primavera che in autunno, pari ad una II-I Classe di Qualità, in entrambi i campionamenti.

I campionamenti quantitativi secondo il metodo multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMi) hanno fornito i risultati riportati in Tabella 14.

Il calcolo dell'indice MacrOper ha dato come risultato un valore di 1,011 a maggio e 1,134 a settembre; in entrambi i periodi, il sito risulta in classe di qualità I (elevato) (Tabella 15).

Tabella 14: Risultati quantitativi del campionamento multi-habitat proporzionale.

Stazione	Planaval S	
Località	Glacier	
Data	30/05/2019	10/09/2019
Unità Sistematiche		
LEUCTRIDAE	90	5
NEMOURIDAE	12	22
PERLODIDAE	34	10
CHLOROPERLIDAE	22	9
TAENIOPTERYGIDAE	-	4
BAETIDAE	59	108
HEPTAGENIIDAE	33	121
LIMNephilidae	14	27
RHYACOPHILIDAE	-	26
BLEPHARICERIDAE	-	2
CHIRONOMIDAE	62	74
EMPIDIDAE	1	1
LIMONIIDAE	1	
SIMULIIDAE	52	
ATHERICIDAE		1
DIXIDAE	1	
PSYCHODIDAE	2	
TIPULIDAE	1	
PLANARIDAE	6	3
LUMBRICULIDAE	2	1
HYDRACARINA		2

Tabella 15: Risultati del campionamento multi-habitat proporzionale.

Stazione	Planaval S	
Località	Glacier	
Tipo fluviale	01GH1	
Mesohabitat atteso	Generico	
Mesohabitat campionato	Generico	
Data	30/05/2019	10/09/2019
ASPT	6,33	6,92
N_Fam	16	16
N_EPT_Fam	7	9
1_GOLD	0,69	0,81
Shannon	2,17	1,92
SeLEPTD	1,79	2,24
STAR-ICMi	1,011	1,134
Classe	I	I

3.1.3 Quadro generale

In tabella 16 sono riassunti i risultati derivanti dall'applicazione degli indici biologici nel tratto in esame del Torrente Planaval.

Tabella 16: Schema riassuntivo degli indici biologici.

Periodo		primavera	autunno
		29/04/2019	21/11/2019
Stazione 1 Monte	I.B.E.	10-9	9-10
	C.Q. DL.152/99	I--IIA	IIA--I
	STAR-ICMi	1,133	1,127
	Classe	I	
Stazione 2 Sotteso	I.B.E. C.Q.	9-10	9-10
	C.Q. DL.152/99	IIA--I	IIA--I
	STAR-ICMi	1,011	1,134
	Classe	I	

In generale si osserva una elevata stabilità e concordanza dei valori dei due indici biologici tra le stazioni posizionate a monte e a valle dell'opera di presa; questa situazione è evidentemente collegata alla breve distanza tra le due stazioni e perciò al fatto che in realtà l'acqua è interessata dallo stesso livello di carico organico/inquinamento.

Risulta anche evidente come l'IBE tenderebbe a sottostimare la qualità biologica di questo tratto del torrente o, parimenti, il MacrOper a sopravvalutarlo; in realtà è noto che in condizioni di elevata oligotrofia, come nell'ecosistema acquatico in oggetto, la comunità degli invertebrati stenti a raggiungere un numero di taxa sufficiente per raggiungere i valori più elevati del metodo IBE.

3.2 Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (L.I.M.)

Nelle stesse 2 stazioni di controllo individuate per l'applicazione degli indici biotici sono stati eseguiti con frequenza stagionale i prelievi per la determinazione del L.I.M., tra maggio e novembre 2019: manca il prelievo invernale a causa delle limitanti condizioni ambientali.

3.2.1 Stazione Planaval M (monte)

In Tabella 17 si riporta il valore del 75° percentile calcolato sulla base dei risultati delle analisi effettuate.

Tabella 17: Calcolo del 75° percentile nella stazione 1.

Cod. stazione	Freq.	Calcolo del 75° percentile (D.lgs. 152/99)						
		100+/-OD % Sat	BOD5 (mg/l O ₂)	COD (mg/l O ₂)	Amm. (mg/l)	Nitrati (mg/l)	Fosforo tot. (mg/l)	Esch. coli (UFC/100 ml)
Planaval M	Trimes.	4	0,0	5	0,01	0,05	0,01	1

Con i tre campioni a disposizione, secondo quanto previsto dal D.lgs. 152/06 e s.m.i. e con i limiti applicati per la Regione Valle d'Aosta, il Torrente Planaval nella stazione di monte risulta di livello I, corrispondente ad un giudizio di qualità ELEVATO (Tabella 18):

Tabella 18: Classificazione del livello di inquinamento, D.lgs. 152/99.

	Macrodescrittori							LIM
	100+/-OD % Sat	BOD5 (mg/l O ₂)	COD (mg/l O ₂)	Amm. (mg/l)	Nitrati (mg/l)	Fosforo tot. (mg/l)	Esch. coli (UFC/100 ml)	
punteggio	80	80	80	80	80	80	80	
Livello di inquinamento	1	1	1	1	1	1	1	1

Con le analisi effettuate per il calcolo del LIM è possibile ricavare anche il valore del LIMeco. Si riportano in Tab. 19 i risultati delle analisi effettuate e il calcolo del LIMeco, che viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate (D.M. 260/2010).

Tabella 19: Classificazione del livello di inquinamento LIMeco

Data	30/05/2019		26/08/2019		18/11/2019	
Stagione	Primavera		Estate		Autunno	
Parametri	Valore	Punt.	Valore	Punt.	Valore	Punt.
temperatura (°C)	4,6		8,6		1,2	
pH	7,73		7,17		8,01	
conducibilità (µS/cm)	32		43		67	
O.D. % sat	106	1	104	1	107	1
NH ₄ (N mg/l)	< 0,01	1	< 0,01	1	0,01	1
NO ₃ (N mg/l)	0,03	1	<0,01	1	0,05	1
fosforo tot. (µg/l)	0	1	3	1	6	1
LIMeco		1,00		1,00		1,00
		ELEVATO		ELEVATO		ELEVATO

3.2.2 Stazione Planaval S (tratto a valle)

In Tabella 20 si riporta il valore del 75° percentile calcolato sulla base dei risultati delle analisi effettuate.

Tabella 20: Calcolo del 75° percentile nella stazione 2.

Cod. stazione	Freq.	Calcolo del 75° percentile (D.lgs. 152/99)						
		100+/-OD % Sat	BOD5 (mg/l O ₂)	COD (mg/l O ₂)	Amm. (mg/l)	Nitrati (mg/l)	Fosforo tot. (mg/l)	Esch. coli (UFC/100 ml)
Planaval S	Trimes.	6	0,0	5	0,01	0,03	0,01	1

Con i tre campioni a disposizione, secondo quanto previsto dal D.lgs. 152/06 e s.m.i. e con i limiti applicati per la Regione Valle d'Aosta, la stazione all'interno del tratto sotteso del Torrente Planaval risulta di livello I, corrispondente ad un giudizio di qualità ELEVATA (Tabella 21):

Tabella 21: Classificazione del livello di inquinamento, D.lgs. 152/99.

	Macrodescrittori							LIM
	100+/-OD % Sat	BOD5 (mg/l O ₂)	COD (mg/l O ₂)	Amm. (mg/l)	Nitrati (mg/l)	Fosforo tot. (mg/l)	Esch. coli (UFC/100 ml)	
punteggio	80	80	80	80	80	80	80	
Livello di inquinamento	1	1	1	1	1	1	1	1

Come previsto, con le analisi effettuate per il calcolo del LIM è possibile ricavare anche il valore del LIMeco. Si riportano in Tabella 22 i risultati delle analisi effettuate e il calcolo del LIMeco, che viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate (D.M. 260/2010).

Tabella 22: Classificazione del livello di inquinamento LIMeco

Data	30/05/2019		26/08/2019		18/11/2019	
Stagione	Primavera		Estate		Autunno	
Parametri	Valore	Punt.	Valore	Punt.	Valore	Punt.
temperatura (°C)	4,6		8,7		1,2	
pH	7,73		7,17		8,01	
conducibilità (µS/cm)	32		45		67	
O.D. % sat	106	1	104	1	107	1
NH ₄ (N mg/l)	< 0,01	1	0,02	1	0,01	1
NO ₃ (N mg/l)	0,02	1	<0,01	1	0,03	1
fosforo tot. (µg/l)	0	1	13	1	6	1
LIMeco		1,00		1,00		1,00
		ELEVATO		ELEVATO		ELEVATO

3.3 Misure di portata

Di seguito sono riportati i valori di portata misurati in quattro periodi dell'anno.

Tabella 23: Valori di portata misurati nel corso dell'anno

Primavera 2019	Estate 2019	Estate 2019	Autunno 2019
30/05/2019	26/08/2019	10/09/2019	18/11/2019
0,707 m ³ /s	0,392 m ³ /s	0,215 m ³ /s	0,168 m ³ /s

4 Conclusioni generali

Lo studio della qualità biologica attraverso la comunità dei macroinvertebrati indica una condizione di "Elevata" qualità in entrambi i settori in indagine utilizzando entrambi gli indicatori (IBE e MacrOper); la discussa difficoltà dell'IBE a raggiungere la "piena" classe I è certamente legata alla condizione di spinta oligotrofia del torrente.

La qualità chimico-fisico-microbiologica delle acque misurata tramite il LIM conferma l'assenza di disturbi antropici; il Livello di Inquinamento da Macrodescrittori si presenta in classe Elevata in entrambi i settori, a monte e a valle dell'opera di presa, con entrambi gli indicatori utilizzati.

Complessivamente sono state eseguite 4 campagne di misurazione della portata che dimostrano la nivo-glacialità del torrente Planaval: i valori maggiori si riscontrano in primavera, durante lo scioglimento della neve, si mantengono buoni durante l'estate grazie all'ablazione glaciale e tendono a ridursi verso la fine dell'estate-autunno con l'abbassamento dello zero termico a quote inferiori.

5 Bibliografia

LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale. Gazzetta Ufficiale - Supplemento Ordinario n. 96 del 14 aprile 2006.
- Decreto Legislativo 11 Agosto 2008, n. 131. «Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto». Gazzetta Ufficiale - Supplemento Ordinario Serie generale n. 187 del 11-08-2008.
- Decreto Ministero Ambiente 14 aprile 2009, n. 56. Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo». Ordinario n. 83, 30 maggio 2009.
- Decreto Ministero Ambiente 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. Gazzetta Ufficiale - Supplemento Ordinario n. 31 alla GU 7 febbraio 2011 n. 30.

ANALISI MACROINVERTEBRATI:

- Buffagni A., Erba S 2007a. Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili, IRSA-CNR, Notiziario dei Metodi Analitici, n.1 Marzo 2007
- Buffagni A, Erba S. 2007b. Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD). L'indice STAR_ICMI. In: Buffagni A, Alber R, Belfiore C, Bielli E, Armanini DG, Cazzola M, Cuomo S, Demartini D. (Ed). Macroinvertebrati Acquatici e Direttiva 2000/60/EC (Wfd). Irsa-Cnr Notiziario dei Metodi Analitici 2007;1:94-100.
- Buffagni A, Erba S, Pagnotta R. 2008a. Definizione dello Stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/CE (WFD): il sistema di classificazione MacrOper per il monitoraggio operativo. Irsa-Cnr Notiziario dei Metodi Analitici Volume Speciale 2008.
- Buffagni A., Alber R., Bielli E., Desio F., Fiorenza A., Franceschini S., Genoni P., Losch B. e S. Erba, 2008b. MacrOper: Valori di riferimento per la classificazione ± Nota 1: Italia settentrionale. IRSA-CNR, Notiziario dei Metodi Analitici, numero speciale 2008
- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. (1994): Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. 1, Provincia Autonoma di Trento.

- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S. (1999): Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol. 2, Provincia Autonoma di Trento.
- Gandolfi G., Marconato A., Torricelli P. Zerunian S. (1991): I pesci delle acque italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma 617pp.
- ISPRA. Metodi biologici per le acque. Parte I. Roma: APAT; 2008. Disponibile all'indirizzo: http://www.apat.gov.it/site/itIT/APAT/Pubblicazioni/metodi_bio_acque.html.
- Sansoni G. (2001): Atlante per il riconoscimento dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento. Agenzia Provinciale per la protezione dell'ambiente.