

IDROALP VALLE DORA s.r.l.

IMPIANTO IDROELETTRICO SULLA DORA RIPARIA A CESANA

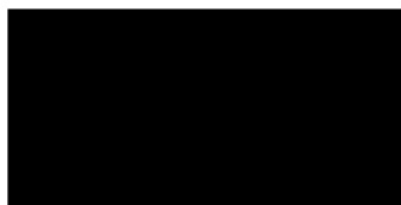


G · R · A · I · A



GRAIA Srl
Via Repubblica, 1
21020 Varano Borghi (VA) Italia

Dott. Gaetano Gentili



Dott. Andrea Romanò



ELABORATO

Monitoraggio Ambientale 2022

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima stesura	06/2023	Romanò A.	Gentili G.	Gentili G.

Indice

1	PREMESSA	3
2	CARATTERISTICHE DEL SITO INTERESSATO DALL'IMPIANTO	4
3	RISULTATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	8
3.1	Stazione di monte	9
3.1.1	Misure di portata.....	10
3.1.2	Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque	10
3.1.3	Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi	11
3.1.4	Fauna ittica.....	13
3.2	Stazione di intermedia	15
3.2.1	Misure di portata.....	16
3.2.2	Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque	16
3.2.3	Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi	17
3.2.4	Fauna ittica.....	19
3.3	Stazione di valle.....	21
3.3.1	Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque	23
3.3.2	Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi	24
3.3.3	Fauna ittica.....	25
4	CONCLUSIONI	28
5	ALLEGATO METODOLOGICO.....	29
5.1	Monitoraggio della qualità chimico-fisica delle acque	29
5.1.1	Misurazioni in campo.....	29
5.1.2	Prelievo del campione di acqua e analisi chimico-fisiche delle acque.....	29
5.1.3	Bibliografia	31
5.2	Coliformi totali e <i>Escherichia coli</i>	31
5.3	Monitoraggio della qualità biologica mediante i macroinvertebrati.....	31
5.3.1	Bibliografia	36
5.4	Studio della comunità ittica	37

1 PREMESSA

La Città Metropolitana di Torino con Determinazione Dirigenziale n. 798-27898/2016 del 24 ottobre 2016 ha assentito la concessione alla Società Idroalp Valle Dora Srl ed ha approvato il relativo disciplinare per la derivazione d'acqua dal torrente Dora Riparia in comune di Cesana Torinese, nella misura di 2600 l/s massimi e 1369 l/s medi ad uso energetico, per produrre sul salto di 58,80 m la potenza media di kW 789.

L'impianto ha ottenuto un giudizio positivo di compatibilità ambientale con Decreto della Sindaca della Città Metropolitana di Torino n. 412 – 27369/2016 del 21/01/2016.

Con ulteriore Decreto del Dirigente del Servizio Risorse Idriche della Città Metropolitana di Torino n. 808 – 27968 del 25/10/2016 il Concessionario, ai sensi del D. Lgs. 387/2003, è stato autorizzato alla costruzione dell'impianto; la fase di cantiere ha avuto inizio a fine agosto 2020.

In coerenza con il parere di ARPA Piemonte, allegato all'autorizzazione a costruire sopraccitata, il presente documento illustra i risultati delle campagne di monitoraggio ambientale effettuate nel 2022, del tutto analoghe per tipologia, frequenza e localizzazione a quelle già effettuate nel 2019-2020-2021 e trasmesse negli scorsi anni. L'impianto è entrato in servizio all'inizio del mese di luglio 2021.

2 CARATTERISTICHE DEL SITO INTERESSATO DALL'IMPIANTO

Il torrente Dora è il primo corpo idrico (tipologia “naturale”, codice “04SS3N975PI”) individuato sul fiume Dora Riparia, compreso tra la confluenza dei torrenti Ripa e Thuras e la confluenza con la Dora di Bardonecchia, per una lunghezza pari a 16 km.

Il tratto interessato dall'impianto in esame è lungo circa 1,7 km, con una pendenza media pari al 3,5%; la presa è posta a quota 1330,30 m s.l.m. presso Cesana, mentre la restituzione avviene a quota 1271,50 m s.l.m presso Mollieres.

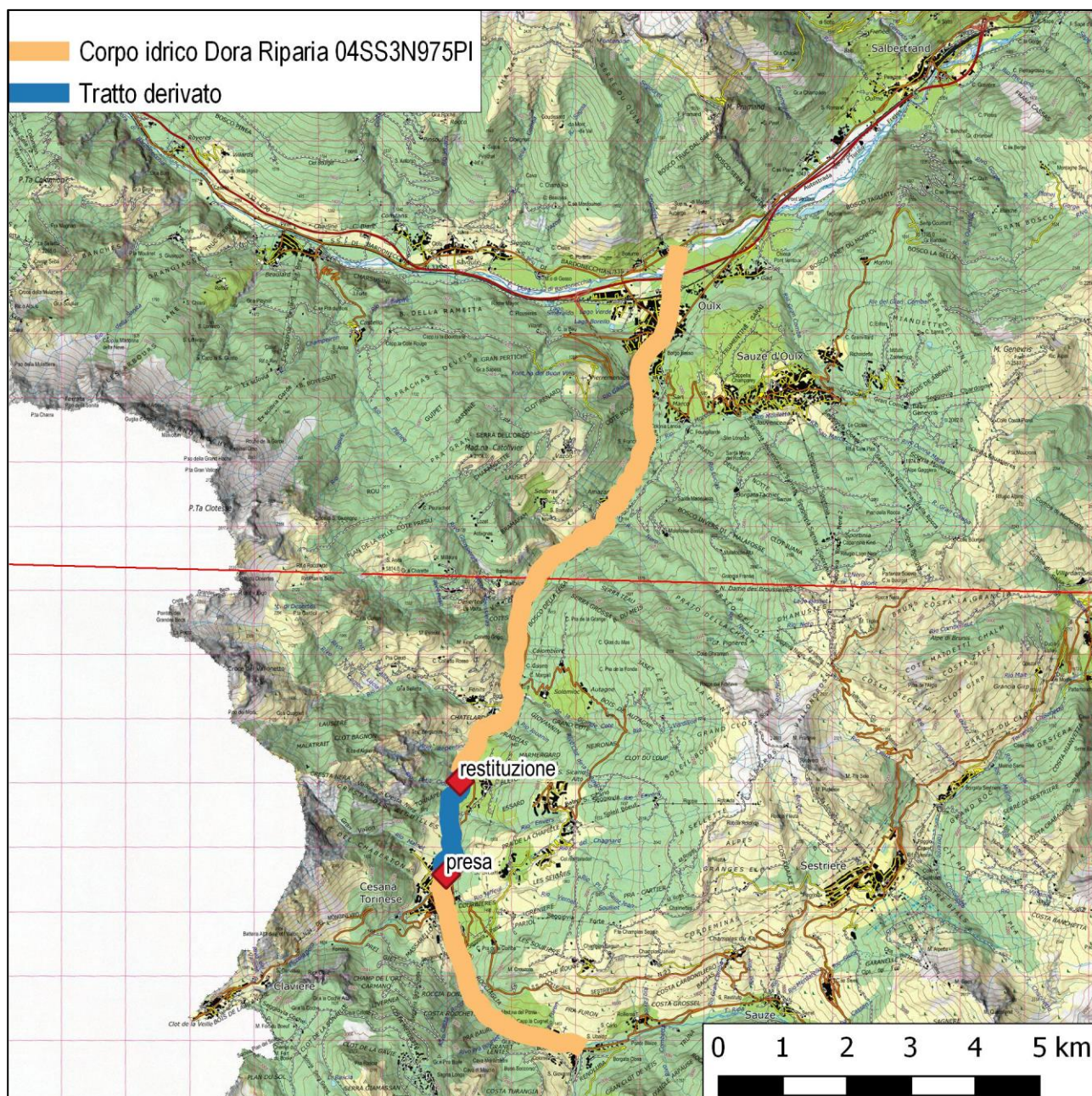


Figura 2-1: collocazione del tratto interessato dall'impianto rispetto all'asta del torrente Dora

Come si evince dalla carta di seguito riportata, le opere realizzate e il tratto derivato non interferiscono con aree protette, la più vicina delle quali è il sito della Rete Natura 2000 ZSC “Pendici del Monte Chaberton”.

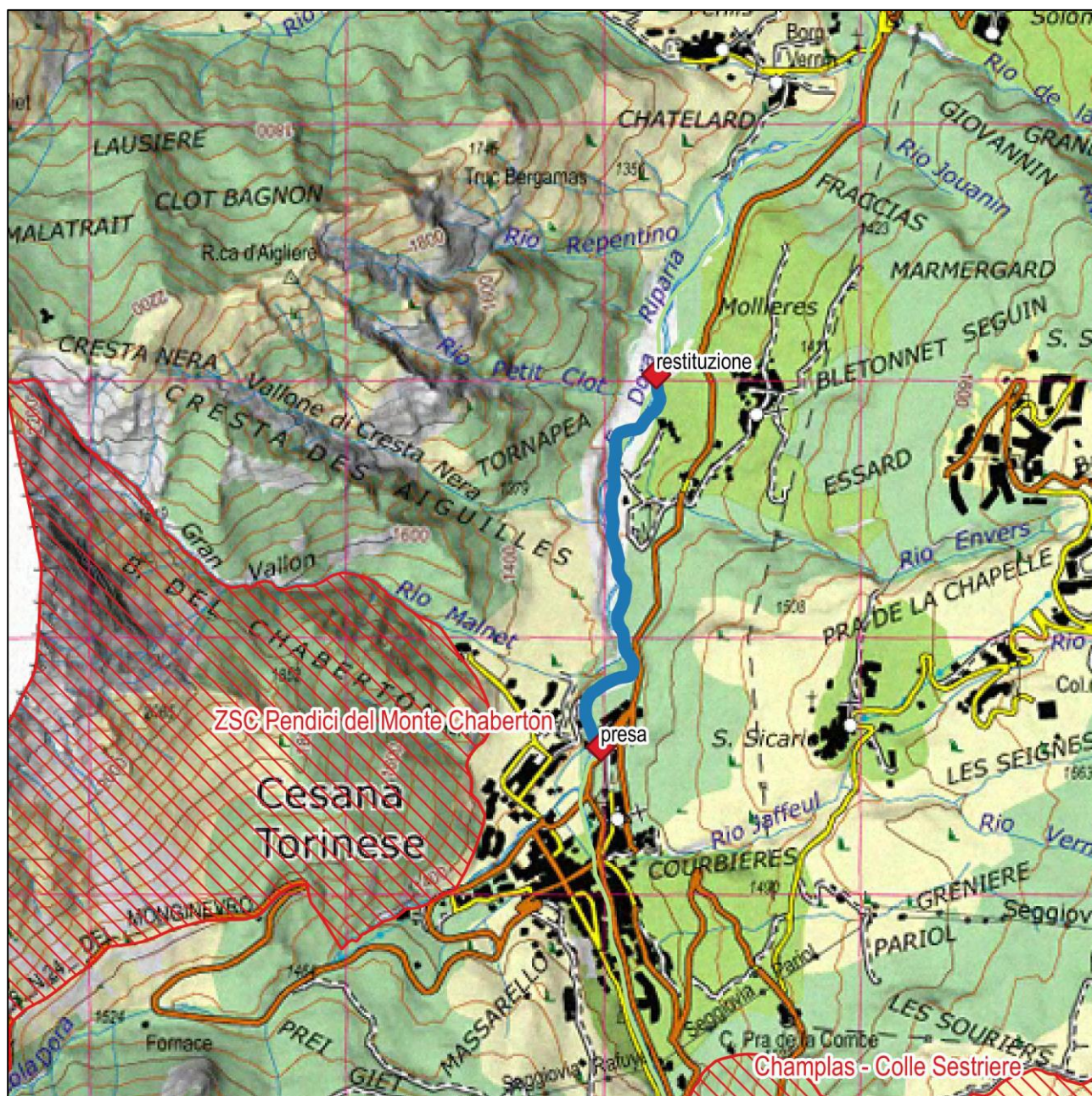


Figura 2-2: collocazione del tratto interessato dall'impianto rispetto alle aree protette presenti nella zona

Il tratto di studio appartiene al primo dei corpi idrici in cui è suddivisa la Dora, avente codice IT0104SS3N975PI (compreso tra la stazione di Bousson a Cesana e la confluenza con la Dora di Bardonecchia) e rientra nella tipologia 04SS3N dei corsi d'acqua naturali. È oggetto di monitoraggio operativo da parte di ARPA Piemonte, con la stazione codice "038001" ubicata in località Fenils in comune di Cesana Torinese, circa 2 km a valle del punto previsto per la centrale in progetto.

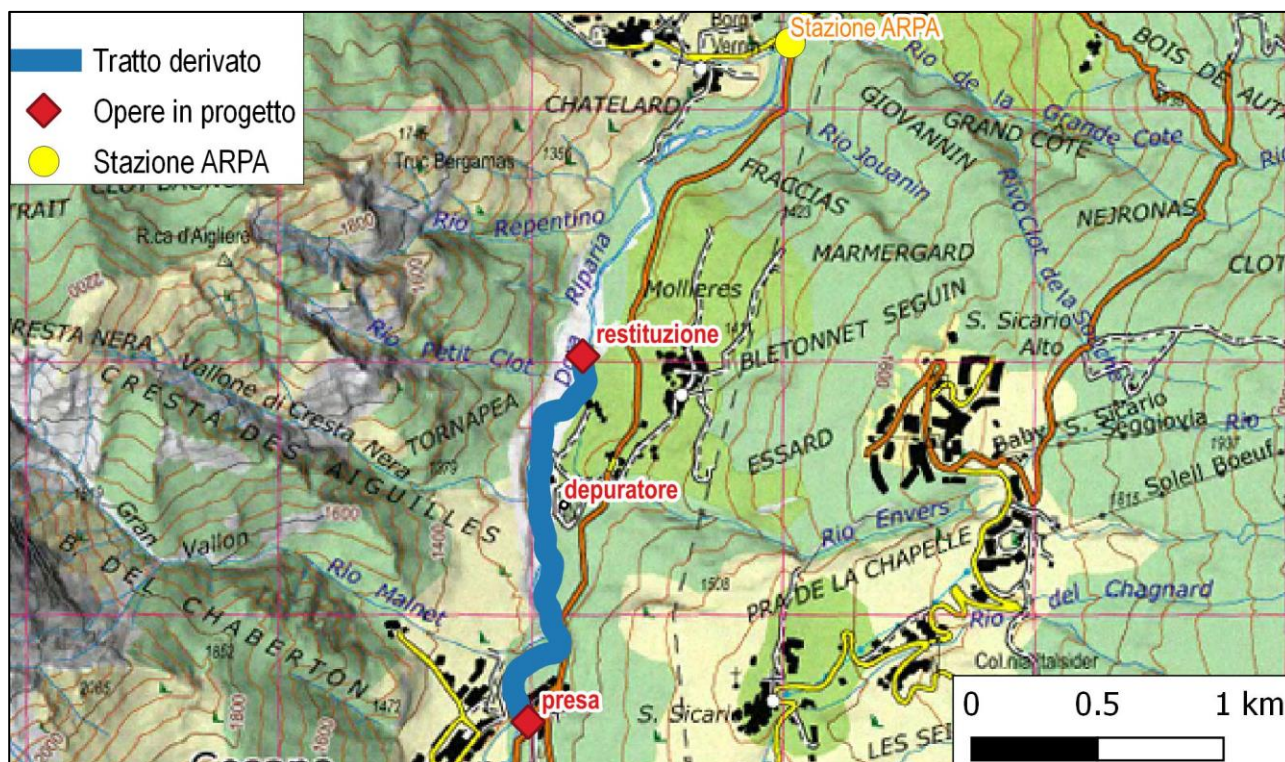


Figura 2-3: ubicazione della stazione ARPA Piemonte codice “038001” ubicata in località Fenils

Dal momento che la stazione ARPA non ricade in prossimità del tratto interessato dal progetto di derivazione, per valutare in modo più sitospecifico lo stato ambientale di quest'ultimo sono state scelte, sino dall'avvio delle attività nel 2019 e secondo il piano di monitoraggio, 3 stazioni di monitoraggio ubicate come indicato nella seguente cartografia, che permettono di valutare lo stato di qualità del corso d'acqua in corrispondenza del tratto derivato, distinguendo la condizione a monte e a valle del tratto derivato con quella al suo interno.

Le indagini hanno riguardato tre punti (Figura 2-4):

- uno poco a monte del punto di captazione (quindi a monte del depuratore di Mollieres);
- uno nel tratto intermedio tra captazione e restituzione;
- uno poco a valle del punto di restituzione delle acque.

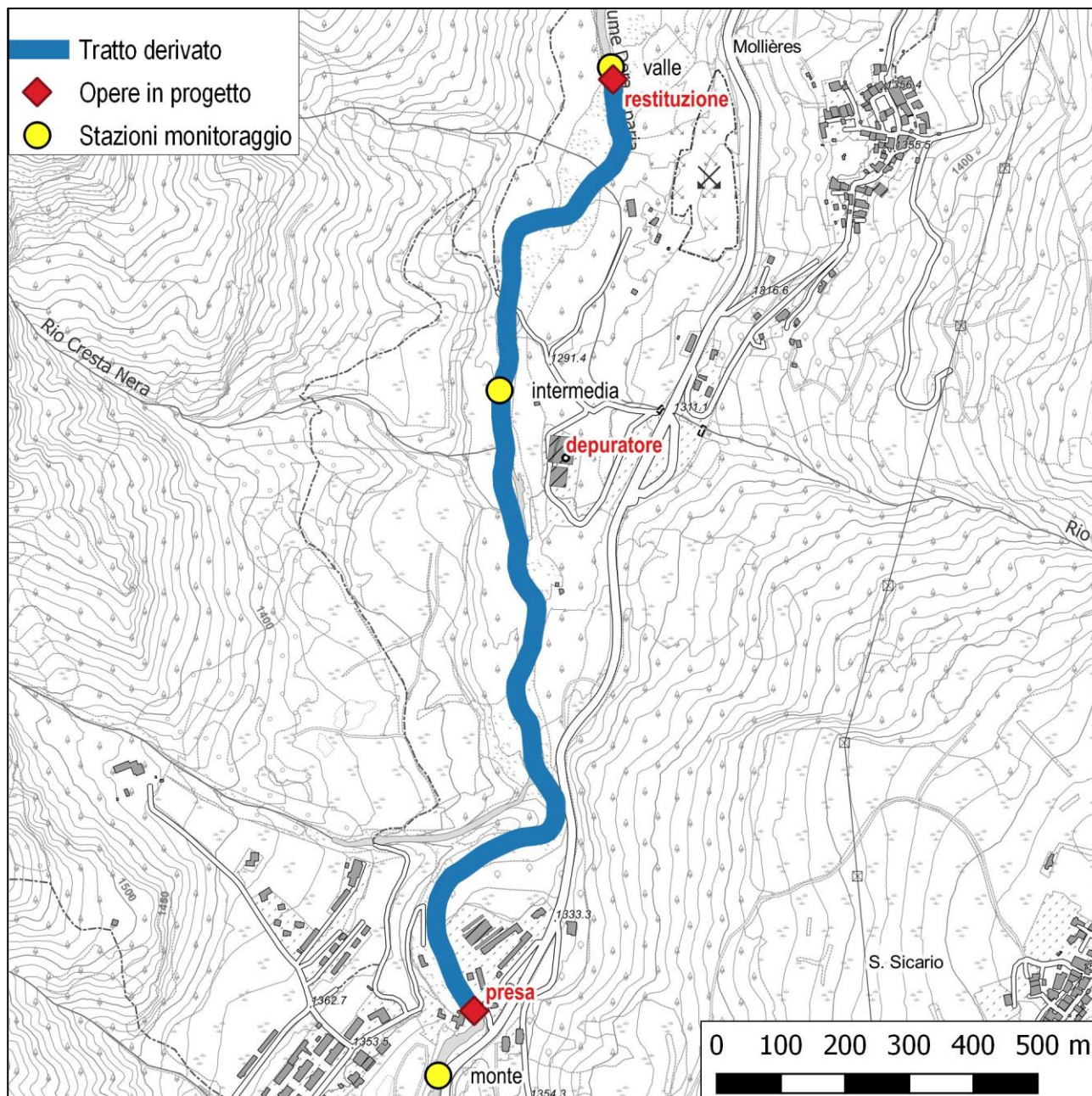


Figura 2-4: ubicazione delle stazioni di monitoraggio ambientale

3 RISULTATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nel presente capitolo sono riportati i dati degli indici sintetici di qualità ambientale relativi a 3 campionamenti svolti nel quarto anno di monitoraggio (2022). I dati si riferiscono alle 3 stazioni indagate già valutate nel precedente triennio 2019-2020-2021, la cui ubicazione è stata riportata nella carta in Figura 2-4.

Con l'entrata in funzione dell'impianto, le portate, sia derivate che rilasciate, sono misurate direttamente all'opera di presa.

Le indagini per la valutazione della qualità chimico-fisica delle acque sono state eseguite al fine di applicare l'indice sintetico LIMeco, in coerenza con il parere di ARPA Piemonte di settembre 2016, allegato all'Autorizzazione Unica. Sono inoltre stati monitorati alcuni parametri aggiuntivi (BOD₅, COD ed Coliformi totali ed *Escherichia coli*) e misurati in campo mediante sonda multiparametrica il pH, la conducibilità e la temperatura.

Per quanto riguarda il campionamento dei macroinvertebrati per applicazione dell'indice STAR_ICMi, il tratto di studio del torrente Dora rientra nell'idroecoregione HER-03 "Alpi Meridionali", con codice tipizzazione "04SS3" e macrotipo "A2"; il codice Macroper di riferimento è N_123 con punteggio di riferimento STAR_ICMi pari a 1,009 e il mesohabitat da indagare rientra nel tipo "riffle".

3.1 Stazione di monte

In questo paragrafo sono presentati i risultati del monitoraggio nella stazione di monte.



Figura 3-1: il tratto di monte nell'agosto 2022



Figura 3-2: il tratto di monte nel dicembre 2022

3.1.1 Misure di portata

Con l'entrata in funzione dell'impianto, le portate, sia derivate che rilasciate, sono misurate direttamente all'opera di presa; nella tabella che segue si riportano i valori mensili della portata disponibile.

Tabella 3-1: risultati delle misure di portata

Mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Portata (m³/s)	2,01	1,95	1,97	2,32	3,76	3,11	2,57	2,29	2,23	2,37	2,42	2,28

3.1.2 Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque

Come si evince dai risultati presentati nelle tabelle seguenti, lo stato chimico - fisico delle acque è ottimale con una classe LIMeco media "elevata"; nel campione di dicembre si osserva un marcato incremento della concentrazione di azoto ammoniacale, Coliformi totali e di *Escherichia coli*.

Tabella 3-2: risultati delle analisi sulla qualità chimico – fisica nella stazione di monte

Data	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Temperatura acqua (°C)	3,1	14,0	3,1
pH	8,1	8,4	8,4
Conducibilità (µS/cm)	527	831	1019
Ossigeno disciolto (mg/l)	11,9	11,1	11,6
Saturazione ossigeno (%)	101,3	110,0	102,3
I100-O2 (%)	11,31	110,01	12,31
BOD ₅ (mg/l O ₂)	2,77	0,95	5,09
COD (mg/l O ₂)	3,9	2,7	7,3
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	0,142	0,049	0,690
Azoto nitrico (N - mg/l)	0,267	0,121	0,478
Fosforo totale (P - mg/l)	0,035	0,031	0,068
Coliformi totali (MPN/100ml)	19863	683	>241960
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100ml)	8164	134	81640

Tabella 3-3: risultati dell'applicazione dell'Indice LIMeco nella stazione di monte

Data	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
LIMeco Deficit saturazione O ₂	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale	0,125	0,500	0,000
LIMeco Azoto nitrico	1,000	1,000	1,000
LIMeco Fosforo totale	1,000	1,000	0,500
LIMeco punteggio	0,781	0,875	0,625
LIMeco giudizio	elevato	elevato	buono
LIMeco punteggio medio annuo	0,760		
LIMeco giudizio medio annuo	elevato		

3.1.3 Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi

Dai risultati dei campionamenti si evince che il tratto si classifica con un giudizio STAR_ICMi “buono” a dicembre e “sufficiente” a marzo e ad agosto; la media dei punteggi si colloca in uno stato “buono”.

Tabella 3-4: substrati e flussi per le repliche dei campionamenti STAR_ICMi nella stazione di monte

15-mar-22		03-ago-22		29-dic-22	
substrato	flusso	substrato	flusso	substrato	flusso
MAC	BW	MAC	BW	MGL	BW
MES	BW	MAC	RP	MGL	UW
MES	BW	MES	UW	MAC	BW
MES	UW	MES	UW	MAC	BW
MES	UW	MES	UW	MAC	UW
MES	UW	MES	UW	MAC	UW
MES	RP	MES	BW	MAC	RP
MES	RP	MES	BW	MES	BW
MIC	UW	MES	RP	MES	BW
GHI	RP	MES	RP	MES	UW

Tabella 3-5: risultati dell'applicazione delle metriche dell'Indice STAR_ICMi nella stazione di monte

Metrica	Valori di riferimento	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Indice ASPT	6,667	5,167	7,250	6,667
Indice EPTD	0,903	2,068	2,228	0,903
Indice GOLD	0,978	0,743	0,705	0,978
N° famiglie	10	6	13	10
Indice EPT	6	4	9	6
Indice di Shannon	0,898	1,531	1,637	0,898

Tabella 3-6: risultati dell'applicazione dell'Indice STAR_ICMi nella stazione di monte

STAR_ICMi	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Punteggio	0,670	0,648	0,911
Giudizio	sufficiente	sufficiente	buono
Punteggio medio	0,743		
Giudizio medio	buono		

Nel campionamento di marzo la comunità è risultata formata da 10 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 2 di Efemerotteri, 1 di Tricotteri e 4 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 1392 individui/m². Numericamente prevalgono gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 48,6% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 47,6 %.

Nel campionamento di agosto la comunità è risultata formata da 6 *taxa* dei quali 1 di Plecotteri, 1 di Efemerotteri, 1 di Tricotteri e 4 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica scende a 253 individui/m². Numericamente prevalgono i Plecotteri del genere *Protonemura* con il 45,8% degli individui totali, seguiti dai Ditteri della famiglia Simuliidae con il 15,0%, dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 11,9%, dai Tricotteri della famiglia Hydroptilidae con il 11,9% e dai Ditteri Chironomidae con il 10,7%.

Nel campionamento di dicembre la comunità è risultata formata ancora da 16 *taxa* dei quali 6 di Plecotteri, 3 di Efemerotteri, 3 di Tricotteri e 4 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 2315 individui/m². Numericamente prevalgono i Plecotteri del genere *Leuctra* con il 31,4% degli individui totali,

seguiti dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 30,2% e dai Ditteri della famiglia Chironomidae con il 22,8%.

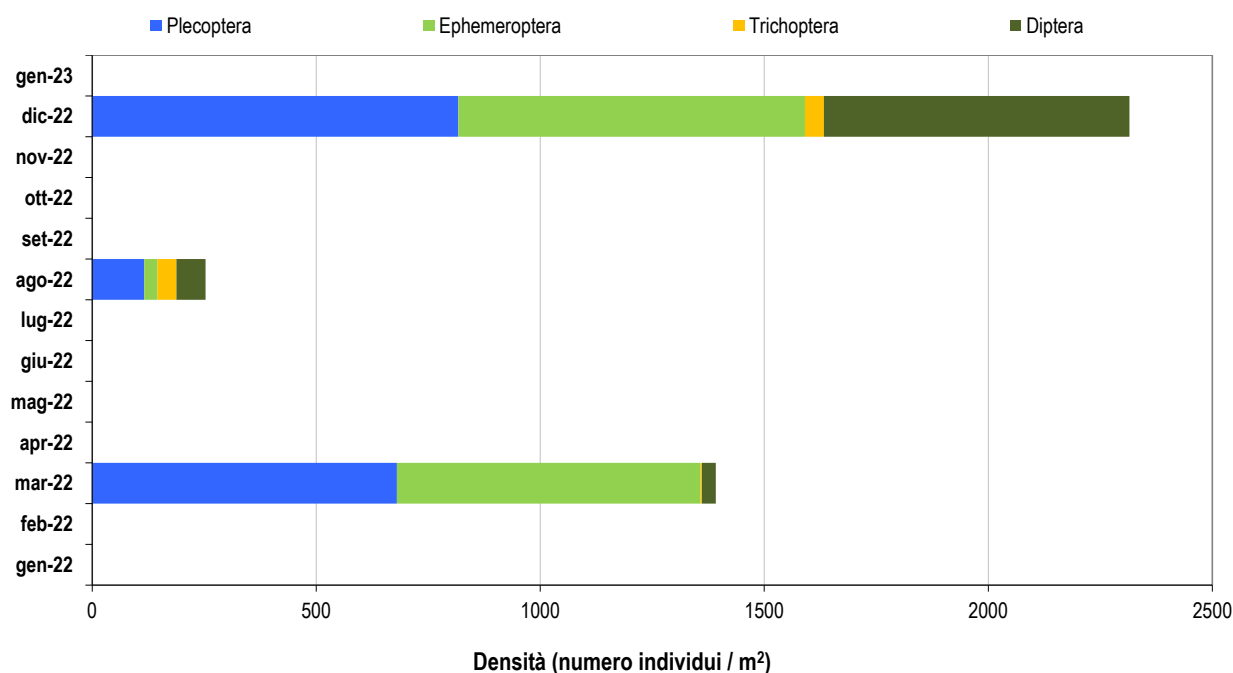


Figura 3-3: composizione della comunità macrobentonica del tratto di studio nel torrente Dora nella stazione di monte

Tabella 3-7: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati del tratto di studio nella stazione di monte

Data			mar-22	ago-22	dic-22	mar-22	ago-22	dic-22
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	663	0	726	47,6	0,0	31,4
Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura</i>	0	0	16	0,0	0,0	0,7
Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	5	116	64	0,4	45,8	2,8
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	0	0	1	0,0	0,0	0,0
Plecoptera	Perlidae	<i>Isoperla</i>	0	0	5	0,0	0,0	0,2
Plecoptera	Perlidae	<i>Perlodes</i>	0	0	5	0,0	0,0	0,2
Plecoptera	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	12	0	0	0,9	0,0	0,0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	676	30	700	48,6	11,9	30,2
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	0	0	37	0,0	0,0	1,6
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	2	0	37	0,1	0,0	1,6
Trichoptera	Hydroptilidae	-	0	30	0	0,0	11,9	0,0
Trichoptera	Limnephilidae	-	0	0	14	0,0	0,0	0,6
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	3	12	27	0,2	4,7	1,2
Trichoptera	Sericostomatidae	-	0	0	1	0,0	0,0	0,0
Diptera	Chironomidae	-	5	27	527	0,4	10,7	22,8
Diptera	Limoniidae	-	12	0	51	0,9	0,0	2,2
Diptera	Psychodidae	-	0	0	8	0,0	0,0	0,3
Diptera	Simuliidae	-	13	38	96	0,9	15,0	4,1
Diptera	Tipulidae	-	1	0	0	0,1	0,0	0,0
TOTALE			1392	253	2315	100	100	100

3.1.4 Fauna ittica

Il censimento effettuato nel mese di agosto 2022 ha riguardato un tratto lungo 93 m e largo 11,3 m. L'unica specie presente è risultata la trota fario, con una densità di popolazione non particolarmente alta, pari a 535 individui/ha e una biomassa pari a 62,3 kg/ha. La struttura di popolazione è equilibrata, con una buona proporzione tra le diverse classi di età.

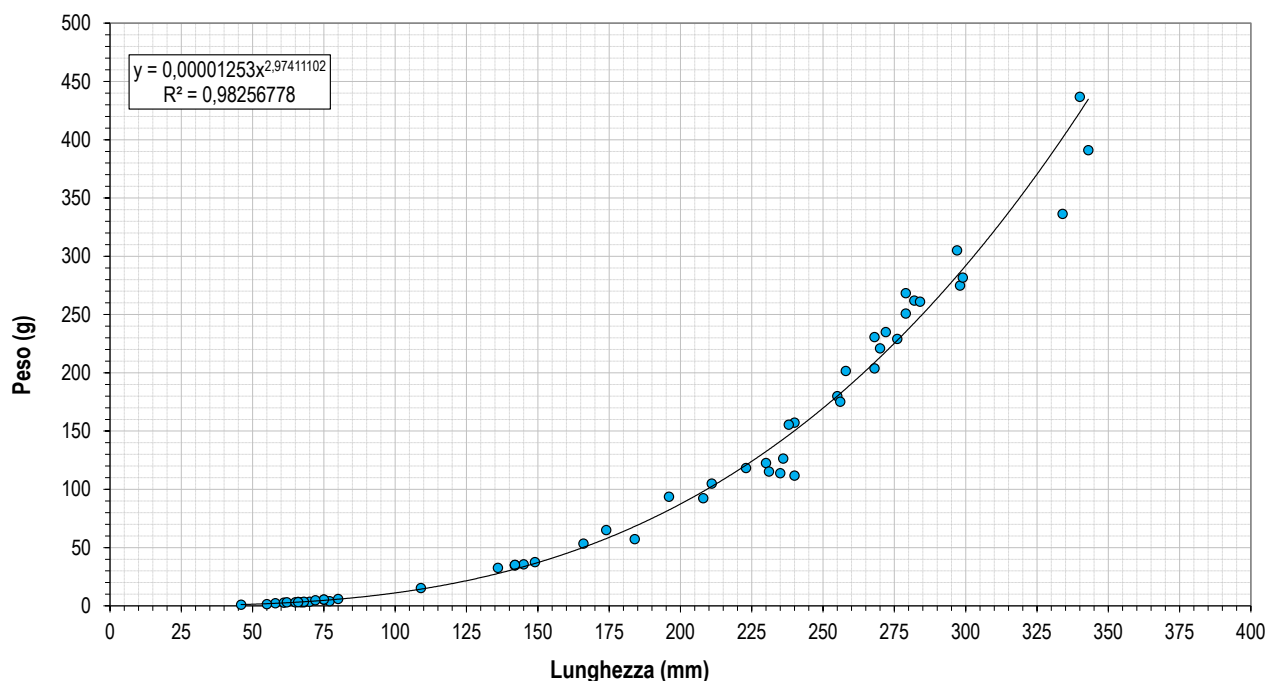


Figura 3-4: relazione lunghezza – peso per la trota fario nella stazione di monte

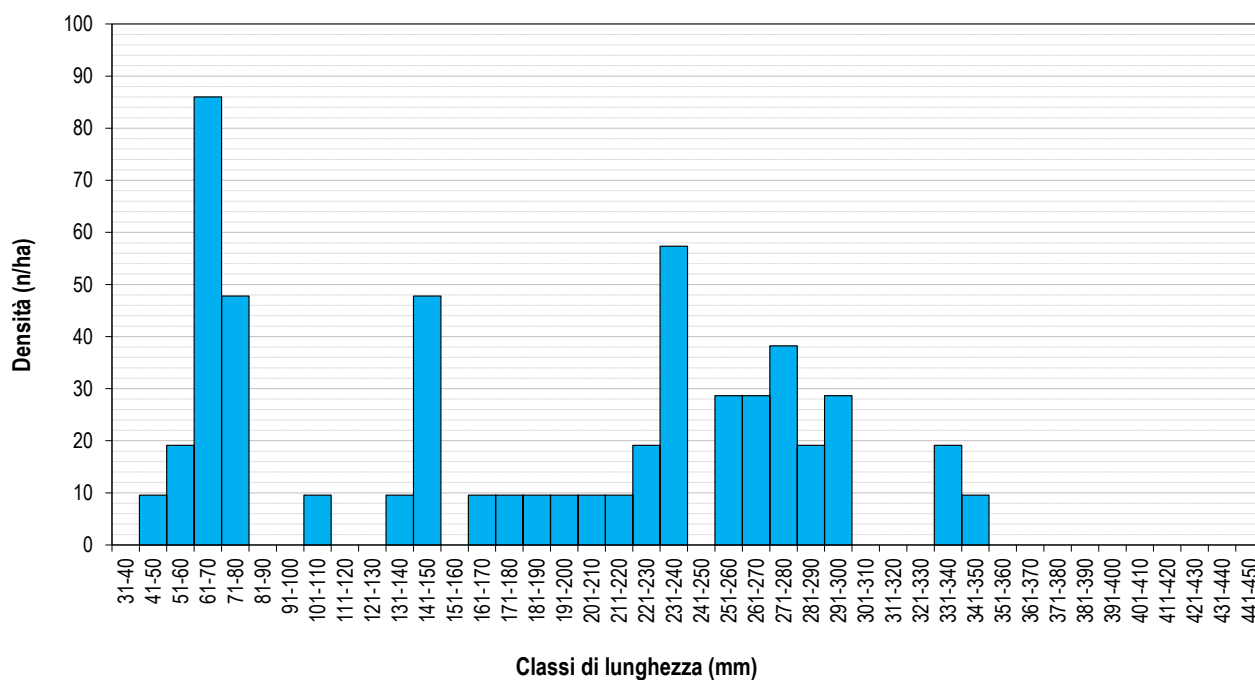


Figura 3-5: struttura di popolazione della trota fario nella stazione di monte



Figura 3-6: trote fario catturate nel campionamento ittico a monte della presa

3.2 Stazione di intermedia

In questo paragrafo sono presentati i risultati del monitoraggio nella stazione intermedia a valle della presa.



Figura 3-7: il tratto intermedio nel dicembre 2022



Figura 3-8: il tratto intermedio nel mese di agosto 2022

3.2.1 Misure di portata

Con l'entrata in funzione dell'impianto, le portate, sia derivate che rilasciate, sono misurate direttamente all'opera di presa; nella tabella che segue si riportano i valori mensili della portata rilasciata.

Tabella 3-8: risultati delle misure di portata

Mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Portata (m ³ /s)	1,32	1,31	1,31	1,36	1,58	1,49	1,49	1,36	1,35	1,38	1,38	1,36

3.2.2 Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque

Come si evince dai risultati presentati nelle tabelle seguenti, anche in questo tratto lo stato chimico - fisico delle acque è ottimale, con una classe LIMeco media "elevata". Come a monte della presa, nel campione di dicembre si osserva un marcato incremento della concentrazione di azoto ammoniacale, Coliformi totali e di *Escherichia coli*.

Tabella 3-9: risultati delle analisi sulla qualità chimico – fisica nella stazione intermedia

Data	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Temperatura acqua (°C)	4,1	13,8	2,7
pH	8,0	8,5	8,5
Conducibilità (µS/cm)	708	776	895
Ossigeno disciolto (mg/l)	12,0	10,7	12,2
Saturazione ossigeno (%)	101,6	107,4	104,9
I100-O2 (%)	11,61	17,41	14,91
BOD ₅ (mg/l O ₂)	1,67	1,27	7,92
COD (mg/l O ₂)	2,88	3,74	14,2
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	0,036	0,026	0,842
Azoto nitrico (N - mg/l)	0,34	0,081	0,844
Fosforo totale (P - mg/l)	0,043	0,083	0,079
Coliformi totali (MPN/100ml)	>24196	4884	>241960
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100ml)	9804	1935	54750

Tabella 3-10: risultati dell'applicazione dell'Indice LIMeco nella stazione intermedia

Data	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
LIMeco Deficit saturazione O ₂	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale	0,500	1,000	0,000
LIMeco Azoto nitrico	1,000	1,000	0,500
LIMeco Fosforo totale	1,000	0,500	0,500
LIMeco punteggio	0,875	0,875	0,500
LIMeco giudizio	elevato	elevato	buono
LIMeco punteggio medio annuo	0,750		
LIMeco giudizio medio annuo	elevato		

3.2.3 Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi

Dai risultati dei campionamenti si evince che il tratto si classifica con un giudizio STAR_ICMi “buono” ad agosto e a dicembre e “sufficiente” a marzo; la media dei punteggi si colloca in uno stato “buono”.

Tabella 3-11: substrati e flussi per le repliche dei campionamenti STAR_ICMi nella stazione intermedia

15-mar-22		03-ago-22		29-dic-22	
substrato	flusso	substrato	flusso	substrato	flusso
MGL	UW	MGL	UW	MGL	BW
MGL	BW	MGL	BW	MAC	BW
MAC	BW	MAC	BW	MAC	UW
MES	BW	MAC	BW	MAC	UW
MES	BW	MAC	BW	MES	BW
MES	BW	MES	BW	MES	BW
MES	UW	MES	UW	MES	UW
MES	UW	MES	UW	MES	UW
GHI	RP	MIC	UW	MES	UW
GHI	UW	MIC	UW	MIC	UW

Tabella 3-12: risultati dell'applicazione delle metriche dell'Indice STAR_ICMi nella stazione intermedia

Metrica	Valori di riferimento	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Indice ASPT	6,974	6,667	6,600	6,667
Indice EPTD	2,583	0,301	2,204	1,491
Indice GOLD	0,792	0,520	0,795	0,392
N° famiglie	18	9	12	9
Indice EPT	10	6	7	6
Indice di Shannon	1,662	1,244	1,749	1,683

Tabella 3-13: risultati dell'applicazione dell'Indice STAR_ICMi nella stazione intermedia

STAR_ICMi	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Punteggio	0,579	0,852	0,711
Giudizio	sufficiente	buono	buono
Punteggio medio	0,714		
Giudizio medio	buono		

Nel campionamento di marzo la comunità è risultata formata da 9 *taxa* dei quali 4 di Plecotteri, 1 di Efemerotteri, 1 di Tricotteri e 3 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 1503 individui/m². Numericamente dominano i Ditteri Chironomidae con il 44,4% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 28,9% e dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 22,0%.

Nel campionamento di agosto la comunità è risultata formata sempre da 14 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 4 di Efemerotteri, 2 di Tricotteri, 4 di Ditteri e 1 di Acari; la densità della comunità macrobentonica si riduce a 625 individui/m². Numericamente prevalgono gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 39,0% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Protonemura* con il 24,5% e dai Ditteri della famiglia Simuliidae con il 11,5%.

Nel campionamento di dicembre la comunità è risultata formata da 10 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 3 di Efemerotteri, 1 di Tricotteri e 3 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 592 individui/m². Numericamente prevalgono i Ditteri della famiglia Chironomidae con il 40,5% degli individui totali, seguiti

dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 17,9%, dai Ditteri della famiglia Simuliidae con il 16,9% e dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 10,8%.

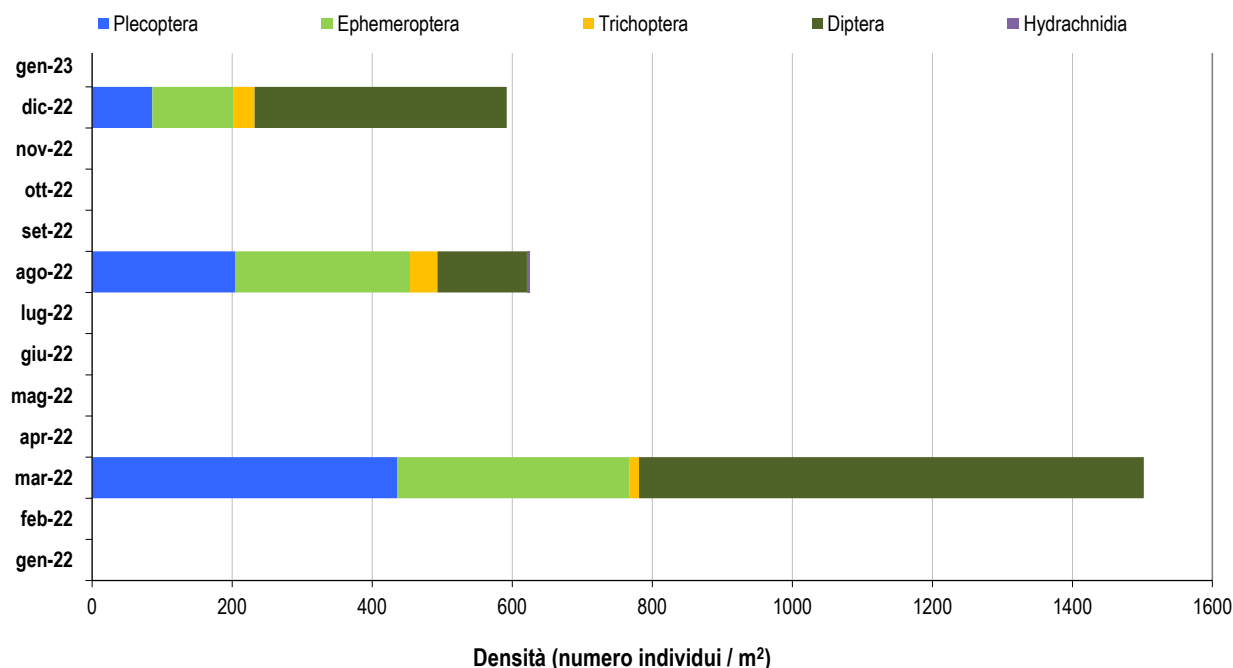


Figura 3-9: composizione della comunità macrobentonica del tratto di studio nella stazione intermedia

Tabella 3-14: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati del tratto di studio nella stazione intermedia

Data			mar-22	ago-22	dic-22	mar-22	ago-22	dic-22
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	434	49	64	28,9	7,8	10,8
Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	1	153	20	0,0	24,5	3,4
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	1	0	0	0,1	0,0	0,0
Plecoptera	Perlodidae	<i>Perlodes</i>	1	2	2	0,1	0,3	0,3
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	331	244	106	22,0	39,0	17,9
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	0	4	6	0,0	0,6	1,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	0	1	0	0,0	0,2	0,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	0	1	4	0,0	0,2	0,7
Trichoptera	Hydroptilidae	-	0	10	0	0,0	1,6	0,0
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	14	29	30	0,9	4,6	5,1
Diptera	Chironomidae	-	667	30	240	44,4	4,8	40,5
Diptera	Limoniidae	-	47	25	20	3,1	4,0	3,4
Diptera	Muscidae	-	0	1	0	0,0	0,2	0,0
Diptera	Simuliidae	-	7	72	100	0,5	11,5	16,9
Hydrachnidia	Hydracarina	-	0	4	0	0,0	0,6	0,0
TOTALE			1503	625	592	100	100	100

3.2.4 Fauna ittica

Il censimento effettuato nel mese di agosto 2022 ha riguardato un tratto lungo 100 m e largo 7,8 m. Come a monte, l'unica specie presente è risultata la trota fario, con una densità di popolazione non particolarmente elevata pari a 928 individui/ha e una biomassa pari a 67,0 kg/ha. La struttura di popolazione è abbastanza equilibrata; sono assenti gli adulti di grossa taglia, presumibilmente per via del prelievo aleutico.

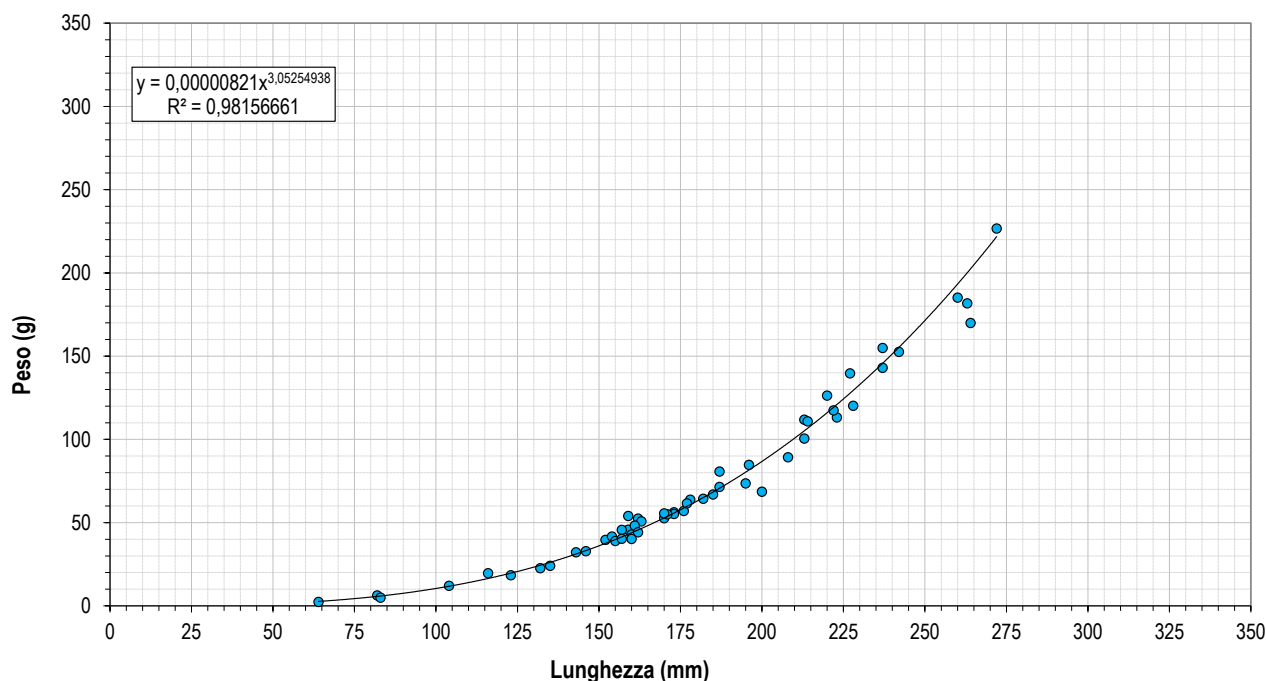


Figura 3-10: relazione lunghezza – peso per la trota fario nella stazione intermedia

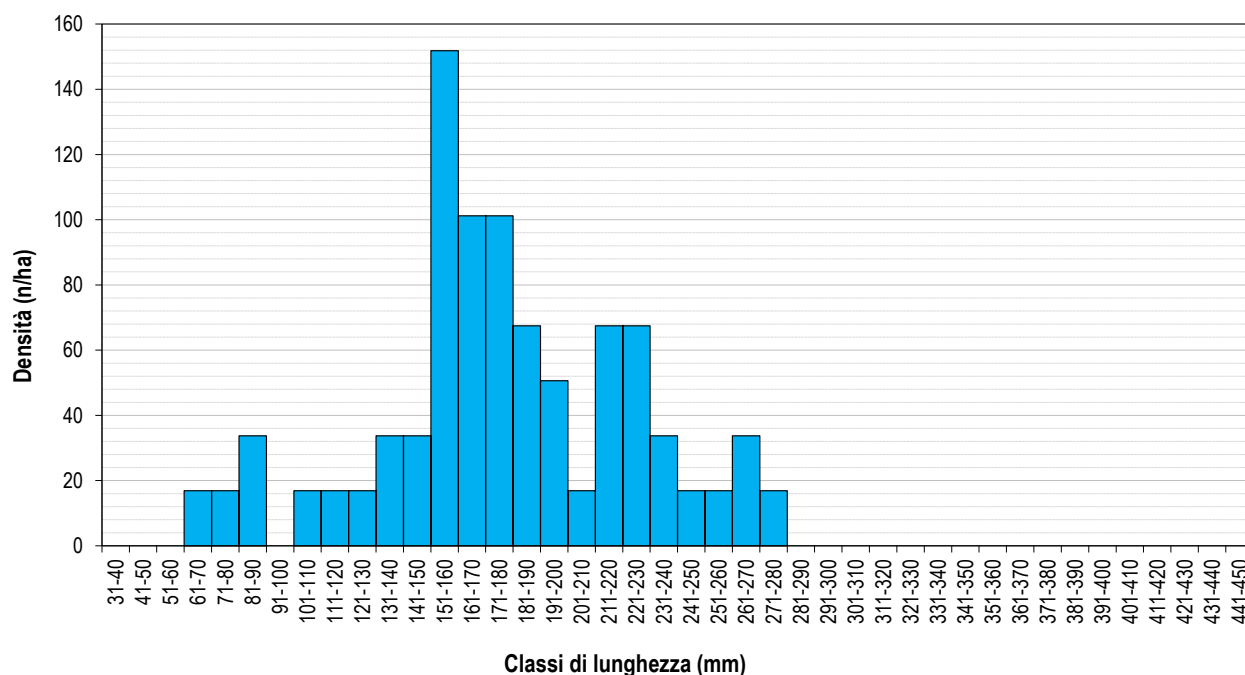


Figura 3-11: struttura di popolazione della trota fario nella stazione intermedia

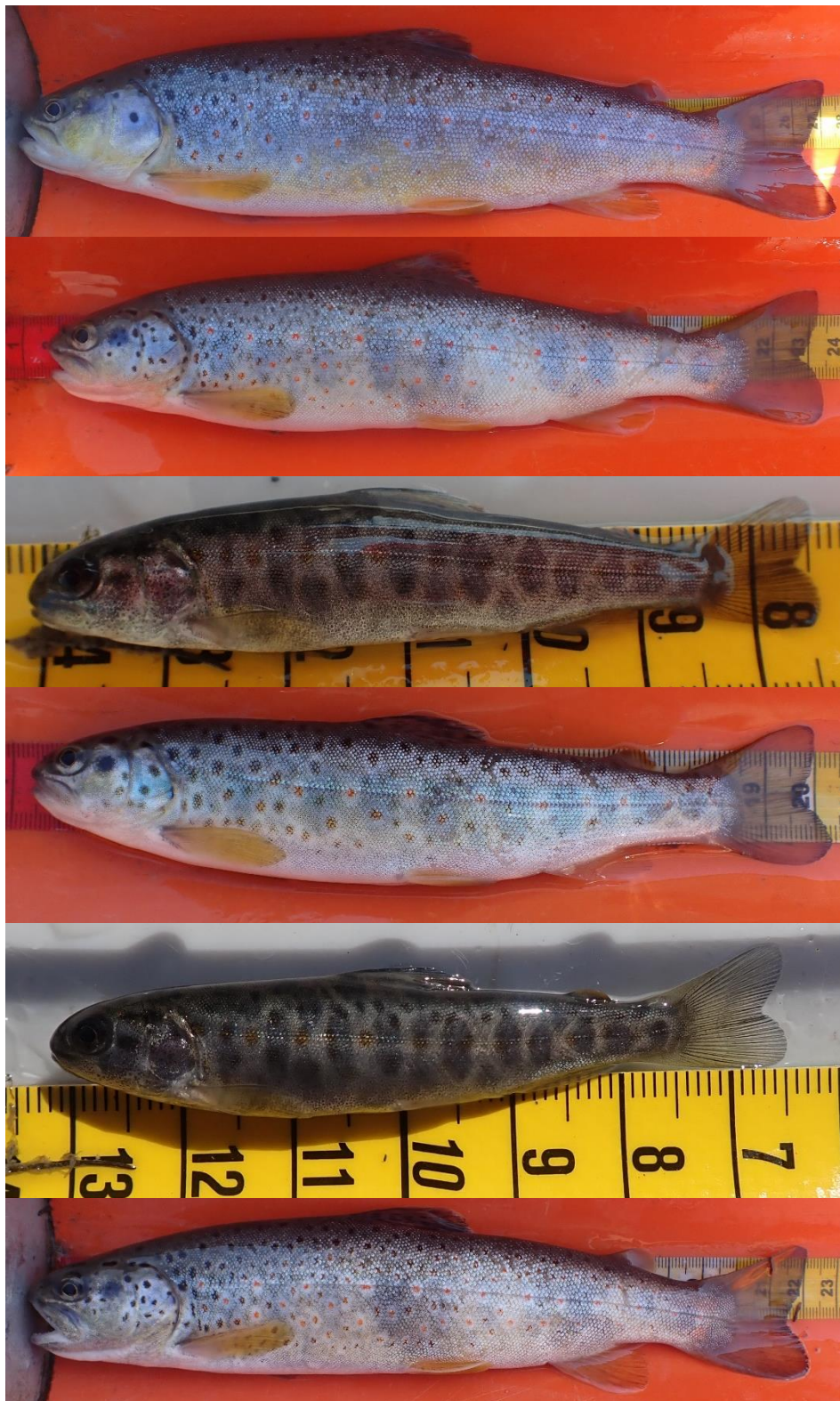


Figura 3-12: trote fario catturate nel campionamento ittico nel tratto intermedio

3.3 Stazione di valle

In questo paragrafo sono presentati i risultati del monitoraggio nella stazione di valle.



Figura 3-13: il tratto di valle a marzo 2022



Figura 3-14: il tratto di valle ad agosto 2022



Figura 3-15: il tratto di valle nel dicembre 2022

3.3.1 Qualità chimico – fisica - microbiologica delle acque

Come si evince dai risultati presentati nelle tabelle seguenti, lo stato chimico - fisico delle acque è ottimale in con una classe LIMeco media “elevata”, confermando quanto già osservato nei tratti precedenti; come nei tratti a monte, nel campione di dicembre si osserva un marcato incremento della concentrazione di azoto ammoniacale, Coliformi totali e di *Escherichia coli*.

Tabella 3-15: risultati delle analisi sulla qualità chimico – fisica nella stazione di valle

Data	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Temperatura acqua (°C)	4,5	10,7	2,7
pH	8,0	8,4	8,5
Conducibilità (µS/cm)	694	780	886
Ossigeno disciolto (mg/l)	12,2	10,2	12,2
Saturazione ossigeno (%)	102,2	102,7	104,4
I100-O2 (%)	12,21	12,71	14,41
BOD ₅ (mg/l O ₂)	1,72	1,78	4,45
COD (mg/l O ₂)	<5,0	5,69	8,19
Azoto ammoniacale (N - mg/l)	0,036	0,045	0,821
Azoto nitrico (N - mg/l)	0,395	<0,230	0,714
Fosforo totale (P - mg/l)	0,086	0,035	0,077
Coliformi totali (MPN/100ml)	17329	2359	>241960
<i>Escherichia coli</i> (MPN/100ml)	4884	432	104620

Tabella 3-16: risultati dell'applicazione dell'Indice LIMeco nella stazione di valle

Data	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
LIMeco Deficit saturazione O ₂	1,000	1,000	1,000
LIMeco Azoto ammoniacale	0,500	0,500	0,000
LIMeco Azoto nitrico	1,000	1,000	0,500
LIMeco Fosforo totale	0,500	1,000	0,500
LIMeco punteggio	0,750	0,875	0,500
LIMeco giudizio	elevato	elevato	buono
LIMeco punteggio medio annuo	0,708		
LIMeco giudizio medio annuo	elevato		

3.3.2 Qualità biologica – macroinvertebrati e indice STAR_ICMi

Dai risultati dei campionamenti si evince che il tratto si classifica con un giudizio STAR_ICMi “buono” ad agosto e “sufficiente” a marzo e a dicembre; il valore medio si colloca in uno stato “buono”.

Tabella 3-17: substrati e flussi per le repliche dei campionamenti STAR_ICMi nella stazione di valle

15-mar-22		03-ago-22		29-dic-22	
substrato	flusso	substrato	flusso	substrato	flusso
MGL	CH	MGL	UW	MAC	BW
MGL	UW	MGL	BW	MAC	BW
MAC	BW	MAC	BW	MAC	UW
MAC	UW	MAC	BW	MAC	UW
MES	UW	MAC	BW	MES	UW
MES	UW	MAC	UW	MES	UW
MES	BW	MAC	BW	MES	UW
MES	BW	MES	UW	MES	BW
GHI	UW	MES	UW	MES	BW
GHI	RP	MIC	RP	MIC	UW

Tabella 3-18: risultati dell'applicazione delle metriche dell'Indice STAR_ICMi nella stazione di valle

Metrica	Valori di riferimento	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Indice ASPT	6,833	7,286	7,000	6,700
Indice EPTD	0,301	0,602	2,310	0,778
Indice GOLD	0,296	0,297	0,514	0,294
N° famiglie	6	8	16	11
Indice EPT	4	5	9	7
Indice di Shannon	0,756	0,767	1,366	1,328

Tabella 3-19: risultati dell'applicazione dell'Indice STAR_ICMi nella stazione di valle

STAR_ICMi	15-mar-22	03-ago-22	29-dic-22
Punteggio	0,591	0,900	0,641
Giudizio	sufficiente	buono	sufficiente
Punteggio medio	0,711		
Giudizio medio	buono		

Nel campionamento di marzo la comunità è risultata formata da 8 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 1 di Efemerotteri, 1 di Tricotteri e 3 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 1355 individui/m². Numericamente dominano i Ditteri Chironomidae con il 67,8% degli individui totali, seguiti dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 28,8%.

Nel campionamento di agosto la comunità è risultata formata da ben 19 *taxa* dei quali 5 di Plecotteri, 4 di Efemerotteri, 3 di Tricotteri e 7 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica raggiunge 3056 individui/m². Numericamente prevalgono gli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 41,1% degli individui totali, seguiti dai Ditteri della famiglia Simuliidae con il 39,8%.

Nel campionamento di dicembre la comunità è risultata formata da 11 *taxa* dei quali 3 di Plecotteri, 2 di Efemerotteri, 2 di Tricotteri e 4 di Ditteri; la densità della comunità macrobentonica è pari a 2683 individui/m². Numericamente prevalgono i Ditteri della famiglia Chironomidae con il 47,7% degli individui totali, seguiti dai Ditteri della famiglia Simuliidae con il 20,7%, dagli Efemerotteri del genere *Baetis* con il 19,3% e dai Plecotteri del genere *Leuctra* con il 9,9%.

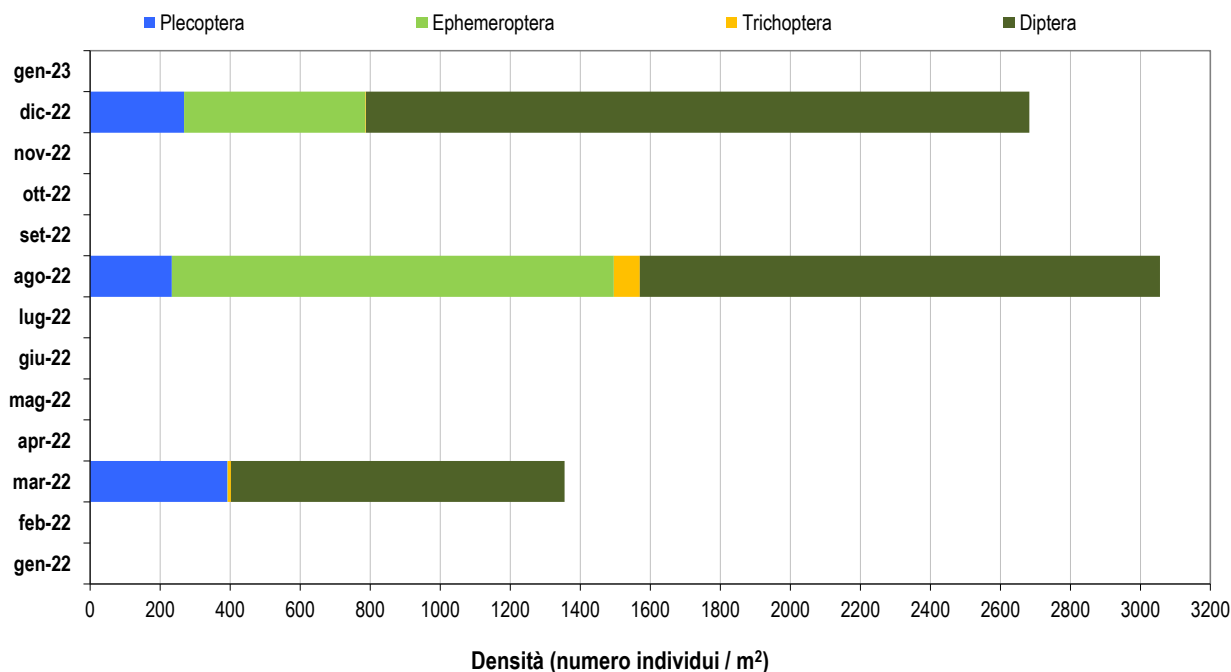


Figura 3-16: composizione della comunità macrobentonica del tratto di studio nella stazione di valle

Tabella 3-20: risultati dei campionamenti di macroinvertebrati del tratto di studio nella stazione di valle

Data			mar-22	ago-22	dic-22	mar-22	ago-22	dic-22
GRUPPO	FAMIGLIA	GENERE	N° individui			%		
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	390	53	265	28,8	1,7	9,9
Plecoptera	Nemouridae	<i>Protonemura</i>	1	174	2	0,1	5,7	0,1
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	0	1	0	0,0	0,0	0,0
Plecoptera	Perlodidae	<i>Dictyogenus</i>	0	1	0	0,0	0,0	0,0
Plecoptera	Perlodidae	<i>Perlodes</i>	1	4	1	0,1	0,1	0,0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i>	0	1256	517	0,0	41,1	19,3
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	0	5	1	0,0	0,2	0,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Electrogena</i>	0	1	0	0,0	0,0	0,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	0	1	0	0,0	0,0	0,0
Ephemeroptera	Heptageniidae	<i>Rhithrogena</i>	1	0	0	0,1	0,0	0,0
Trichoptera	Hydroptilidae	-	0	7	0	0,0	0,2	0,0
Trichoptera	Limnephilidae	-	0	0	1	0,0	0,0	0,0
Trichoptera	Psychomyiidae	-	0	2	0	0,0	0,1	0,0
Trichoptera	Rhyacophilidae	-	9	65	1	0,7	2,1	0,0
Diptera	Blephariceridae	-	0	3	0	0,0	0,1	0,0
Diptera	Ceratopogonidae	-	0	1	0	0,0	0,0	0,0
Diptera	Chironomidae	-	919	222	1280	67,9	7,3	47,7
Diptera	Empididae	-	1	21	1	0,0	0,7	0,0
Diptera	Limoniidae	-	33	22	58	2,4	0,7	2,2
Diptera	Simuliidae	-	0	1216	556	0,0	39,8	20,7
Diptera	Stratiomyidae	-	0	1	0	0,0	0,0	0,0
TOTALE			1355	3056	2683	100	100	100

3.3.3 Fauna ittica

Il censimento effettuato nel mese di agosto 2022 ha riguardato un tratto lungo 100 m e largo 9,7 m. L'unica specie presente è risultata la trota fario, con una densità di popolazione modesta, pari a 385 individui/ha e

una biomassa pari a 14,5 kg/ha. Anche in questo tratto, come nel precedente, la struttura di popolazione è abbastanza equilibrata e scarseggiano gli adulti di media e grossa taglia, presumibilmente per via del prelievo alieutico.



Figura 3-17: trote fario catturate nel campionamento ittico nel tratto di valle

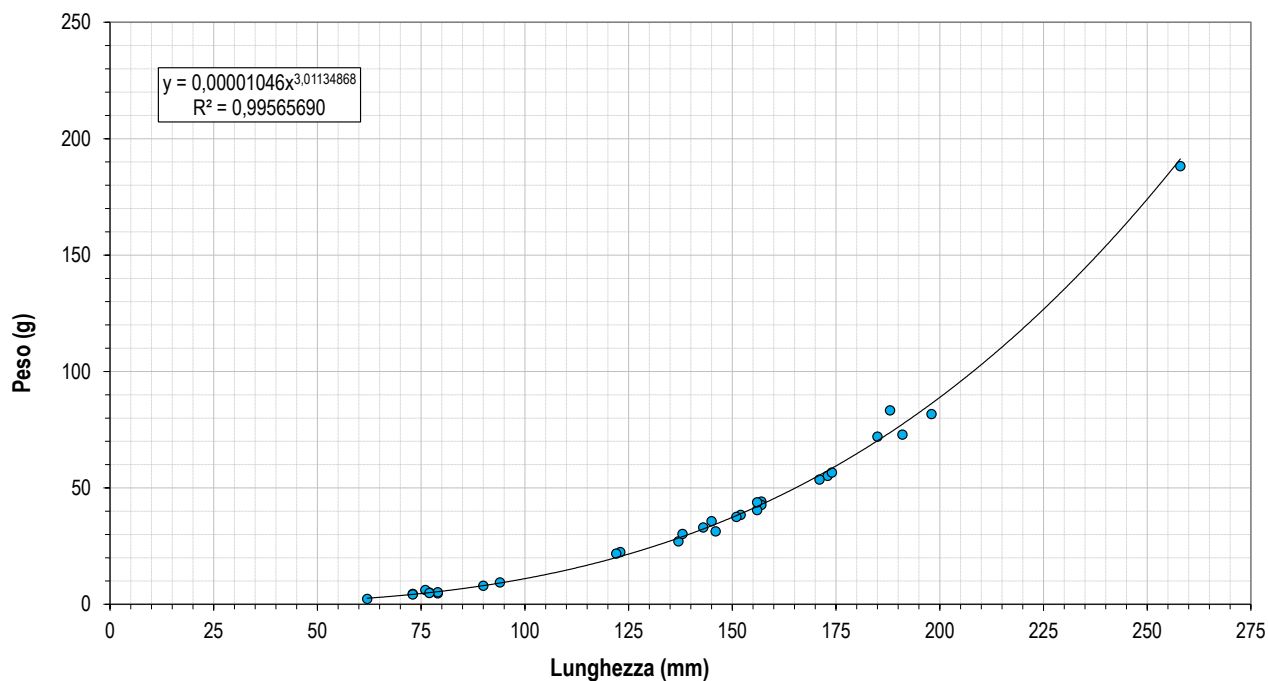


Figura 3-18: relazione lunghezza – peso per la trota fario nella stazione di valle

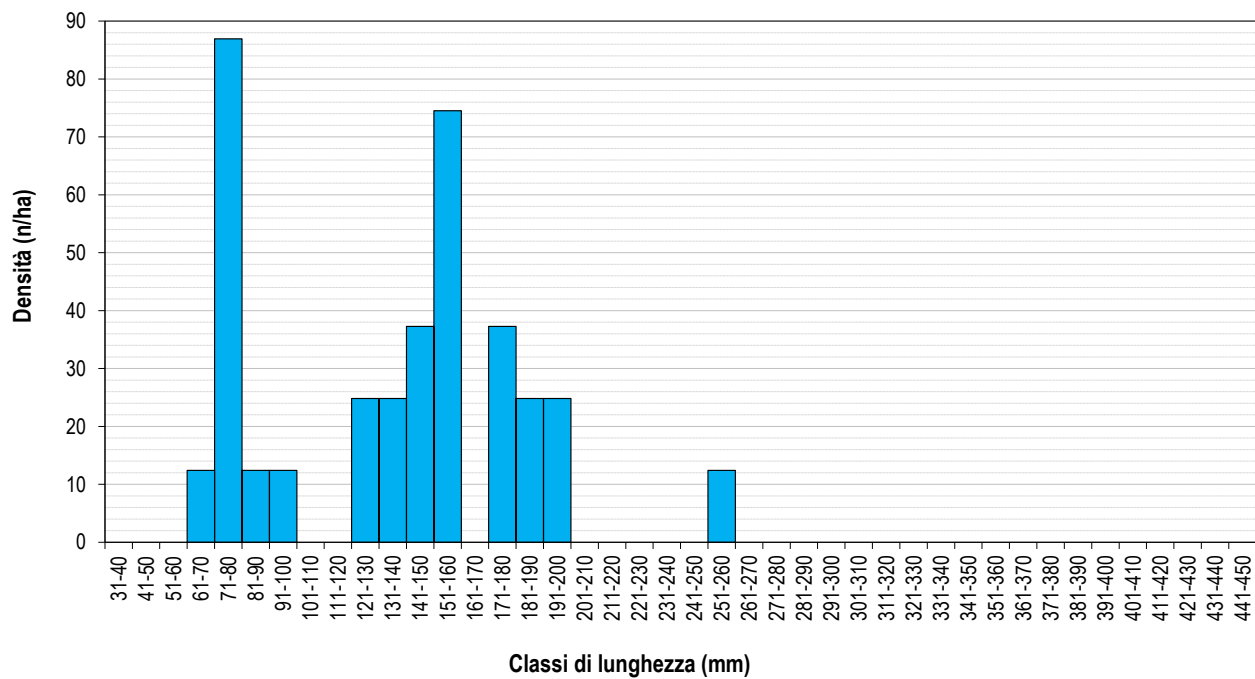


Figura 3-19: struttura di popolazione della trota fario nella stazione di valle

4 CONCLUSIONI

Le indagini ambientali effettuate nel 2022 sono riferite alla fase di esercizio, che ha avuto avvio nel mese di luglio 2021, e hanno riguardato campionamenti per il monitoraggio della qualità delle acque secondo l'indice LIMeco e, per quanto riguarda le componenti biologiche, campionamenti di macroinvertebrati per l'applicazione dell'indice STAR_ICMi e di fauna ittica.

I risultati ottenuti si possono così sintetizzare:

- L'applicazione dell'indice LIMeco mostra il raggiungimento di una classe di qualità "elevata" in tutte le stazioni.
- Le analisi hanno evidenziato picchi stagionali di azoto ammoniacale ed *Escherichia coli* a fine dicembre, presumibilmente in corrispondenza dell'afflusso turistico per le vacanze invernali, in tutte le stazioni.
- L'applicazione dell'indice STAR_ICMi ha evidenziato uno stato mediamente "buono" per tutti i tratti monitorati. Si osserva però una notevole variazione di densità nel corso dei campionamenti, ascrivibile al notevole trasporto solido e movimento della granulometria di fondo.
- In tutti i tratti l'unica specie ittica presente è risultata la trota fario, specie alloctona per l'area di interesse esclusivamente alieutico, con densità non particolarmente elevate e strutture di popolazione abbastanza equilibrate. Nei tratti intermedio e di valle risultano scarsi o assenti gli individui di media e grossa taglia.

5 ALLEGATO METODOLOGICO

Le attività di monitoraggio sono state effettuate secondo quanto previsto dalle metodiche di indagine delle acque correnti messe a punto e pubblicate a cura di APAT/ISPRA e disponibili nel sito <http://www.isprambiente.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i> e secondo le indicazioni riportate nel Decreto Ministeriale 260/2010.

5.1 Monitoraggio della qualità chimico-fisica delle acque

La qualità chimico-fisica delle acque è valutata sia mediante misurazione con sonde portatili da campo sia a seguito di analisi di laboratorio dei campioni di acqua prelevati presso le stazioni di indagine.

5.1.1 Misurazioni in campo

La misura dei principali parametri chimico-fisici viene rilevata mediante sonda multiparametrica portatile da campo modello “Hanna Instruments 9829”, dotata di sensore per la torbidità.

I parametri rilevati in campo sono i seguenti:

- Temperatura (°C);
- pH;
- Ossigeno (% di saturazione e concentrazione espressa in mg/l);
- Conducibilità (μS/cm).

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

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

- Azoto nitrico (N - mg/l);
- Azoto ammoniacale (N - mg/l);
- Fosforo totale (P - mg/l).

Per il campionamento, il trasporto e la conservazione dei campioni di acqua, si osservano le indicazioni metodologiche presenti nei documenti APAT/IRSA-CNR, 2003 e APAT, 2007.

I campioni di acqua raccolti nelle bottiglie di polietilene, trattate con acido cloridrico, saranno 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 DR3900 con kit di analisi dedicati preconfezionati in cuvette “test in tube”.

Le metodiche corrispondono a quelle previste dal manuale 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 nitro prussiato sodico quale catalizzatore, dando il blu indo fenolo (limite strumentale 0,015 mg/l).
- **Azoto nitrico:** 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).



Figura 5-1. Spettrofotometro Hach Lange DR3900

I parametri relativi all'ossigeno disciolto e ai nutrienti sono stati utilizzati per calcolare il LIMeco.

Ai sensi del DM 260/2010, sarà applicato l'Indice **LIMeco** (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo Stato Ecologico), che 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.

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 ottenuto 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 5-1. Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco (Tab. 4.1.2/a DM 260/2010-AII 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

* Punteggio da attribuire al singolo parametro

** 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 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).

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

5.1.3 Bibliografia

APAT-IRSA/CNR, 2003. Metodologie analitiche per il controllo della qualità delle acque. *Manuali e linee guida* - 29/2003.

APAT, 2007. <http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/metodi-biologici-acque/metodi-corsi-acqua.pdf>.

5.2 Coliformi totali e *Escherichia coli*.

La procedura d'analisi avviene con impiego di Colilert®18/Quanti-Tray® per l'enumerazione in MPN e 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/100 ml 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*.

5.3 Monitoraggio della qualità biologica mediante i macroinvertebrati

I macroinvertebrati sono campionati con la metodica multihabitat proporzionale

Per la raccolta degli organismi macrobentonici viene indicato l'utilizzo di un retino immanicato tipo Surber con dimensioni del telaio, generalmente quadrato, di 32 x 32 cm, pari ad un'area di campionamento di 0,1

m², con cono di rete lungo dai 60 agli 80 centimetri e con maglia di 500 µm, dotata di bichiere di raccolta terminale. Trattandosi di un campionamento quantitativo, viene campionata una superficie massima complessiva per ogni indagine pari a 1 m², raggiunta compiendo in ogni stazione 10 repliche di prelievo.



Figura 5-2: retino immanicato tipo Surber da 32 x 32 cm

I periodi migliori in cui condurre il campionamento dipendono dalla tipologia del corso d'acqua in oggetto e sono indicati generalmente l'inverno (febbraio, inizio marzo), la tarda primavera (maggio) e la tarda estate (settembre); in ogni caso vengono fornite indicazioni accessorie riguardo a periodi o momenti in cui è meglio evitare di campionare, come durante o subito dopo eventi di piena, durante o subito dopo periodi di secca estrema, impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (elevata torbidità). Preliminarmente al campionamento è necessario condurre una stima della composizione del substrato fluviale e della relativa presenza di diversi microhabitat, in cui successivamente allocare le 10 repliche. Si procede identificando una idonea sezione del corso d'acqua che sia rappresentativa del tratto fluviale da indagare, si riconosce la tipologia di mesohabitat prevalente e si distinguono i singoli microhabitat presenti, stimando le percentuali di superficie che occupano con intervalli del 10%; ad ogni intervallo corrisponde una replica. Il rilievo viene condotto osservando l'interezza dell'alveo di torrente, sia il centro sia le rive, compilando una apposita scheda di rilevamento. Nelle tabelle qui di seguito sono elencate e descritte le diverse tipologie di microhabitat e di flussi che si possono rinvenire in alveo.

Tabella 5-2: tipologia di microhabitat

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

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti (Thypha, Carex, Phragmites)
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

Tabella 5-3: tipologia di flussi (Padmore, 1998 e Buffagni et al., 2004)

Tipo	Codice	Definizione
Asciutto/No flow	DR	Assenza d'acqua. Ove si consideri un'intera sezione fluviale, (i.e. canale asciutto) essa può manifestarsi, ed è quindi da rilevare, sia in relazione a condizioni naturali sia in relazione all'intervento dell'uomo.
Non percettibile/ No perceptible flow	NP	È caratterizzato da assenza di movimento dell'acqua. È possibile osservarlo anche in fiumi con regime idrico regolamentato, a monte o valle di dighe, oppure in presenza di strutture naturali presenti in alveo, come grossi massi, in grado di rallentare l'acqua. In questi casi c'è il rischio di confondere questo flusso con il flow type "liscio". Se in dubbio, si può introdurre verticalmente un bastoncino in acqua ed osservare gli eventuali cambiamenti della superficie dell'acqua intorno al bastoncino stesso, che non devono manifestarsi se il flow type è "non percettibile".
Liscio/Smooth	SM	Si tratta di un flusso laminare, con superficie dell'acqua priva di turbolenze. Se in dubbio con "non percettibile", il riconoscimento può essere facilitato dall'uso di un bastoncino che, inserito verticalmente in acqua, determinerà, in presenza di questo tipo di flusso, la formazione di piccole onde ai suoi lati.
Increspato/Rippled	RP	La superficie dell'acqua mostra delle piccole increspature simmetriche, generalmente non più alte di un centimetro, che si muovono verso valle. Attenzione: in presenza di vento forte è possibile che i tipi di flusso "liscio" e talvolta anche "non percettibile" appaiano ad un'analisi superficiale come "increspato".
Unbroken standing Waves	UW	La superficie dell'acqua appare disturbata, con un tipico profilo a "schiena di drago". Il fronte dell'onda non è rotto, anche se a volte le creste mostrano la presenza di schiuma bianca.
Broken standing waves	BW	L'acqua sembra scorrere verso monte, contro corrente. Perché le onde possano essere definite "rotte" è necessario che ad esse siano associate creste bianche e disordinate.
Chute	CH	L'acqua scorre aderente al substrato, con una dolce curvatura
Flusso caotico/ Chaotic flow	CF	È un misto di tre tra i flussi più veloci (per esempio FF, CH, BW e UW), in cui nessuno sia predominante.
Upwelling	UP	Questo flow type è caratterizzato da acqua che sembra in ebollizione, con 'bolle' che arrivano in superficie da porzioni più profonde del fiume. Tale aspetto è dovuto spesso alla presenza di forti flussi che risalgono dal letto del fiume, disturbando la superficie dell'acqua. Si trova generalmente all'uscita di stretti meandri, dietro a strutture presenti nel canale (per esempio i piloni di sostegno dei ponti) o ai piedi di cascate, toboga, briglie o chiuse. Questo flow type è spesso associato alle "pool" presenti nel fiume; a volte, può determinare erosione laterale delle sponde e.g. in aree di meandro.
Cascata/Free fall	FF	L'acqua cade verticalmente, ed è visibilmente separata dal substrato sottostante o retrostante. Questo flow type è generalmente associato a cascate naturali.

I campionamenti quantitativi di macroinvertebrati si eseguono tramite retino Surber, che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note, in modo da poterne successivamente determinare la densità per unità di superficie. Per evitare disturbi nel substrato da campionare è necessario stare a valle del retino effettuando le repliche risalendo verso monte; la precisione del campione raccolto dipende inoltre da:

- aderenza della cornice al fondo per evitare la perdita di organismi;
- riflusso dell'acqua causato dalla resistenza della rete che può ostacolare la cattura degli organismi;

- accuratezza nel rimuovere gli organismi, che possono essere saldamente attaccati al substrato;
- profondità del substrato rimosso, in quanto gli organismi bentonici possono vivere anche diversi centimetri sotto la superficie (10-15 cm).

Come accennato, sono operate 10 repliche, utilizzando il retino Surber avente come area di prelievo 0,1 m², totalizzando una superficie complessiva di 1 m² per stazione. La metodica consente di riunire in un unico contenitore il risultato delle singole repliche, anche se, per semplificare le operazioni di smistamento degli organismi dalle parti vegetali e minerali più fini, è consentito trattare alcuni sub campioni raccolti (es. argilla sabbia, CPOM ecc.) separatamente.

Il campione viene sortato e riconosciuto in vivo; gli organismi che richiedono ausili ottici per la classificazione vengono fissati e portati in laboratorio.

Parallelamente al campionamento dei macroinvertebrati, al fine di una più precisa caratterizzazione della stazione, vengono annotati anche i principali parametri chimico-fisici, quali temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, dai quali possono dipendere direttamente la distribuzione e la composizione delle comunità di macroinvertebrati.

Per una rassegna fotografica delle tipologie di microhabitat, si rimanda al documento “Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico” A cura di: 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 M. *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)* CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Tabella 5-4: limiti per la definizione delle “Unità Sistematiche”

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica a cui identificare le “Unità sistematiche”
Plecotteri	Genere
Efemerotteri	Genere
Tricotteri	Genere
Coleotteri	Famiglia
Odonati	Genere
Ditteri	Famiglia
Eterotteri	Famiglia
Crostacei	Famiglia
Gasteropodi	Famiglia
Bivalvi	Famiglia
Tricladi	Genere
Irudinei	Genere
Oligocheti	Famiglia

Il sistema di classificazione utile per la definizione dello stato ecologico dei campioni prelevati secondo il protocollo A.P.A.T. è denominato MacrOPer e descritto da Buffagni *et al*, 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOPer. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Tale sistema combina le informazioni relative ai 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 campo e viene informatizzato esprimendo, per ogni famiglia, l'abbondanza in termini di densità/m².

È successivamente applicato a questi dati l'indice STAR_ICMi (Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione), che consente la classificazione dello stato di un corso d'acqua in base alla comunità macrobentonica rinvenuta. L'indice è composto di sei metriche che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici.

L'indice ASPT (Armitage *et al.*, 1983) è stato sviluppato per monitorare gli effetti dell'inquinamento di natura organica su un corso d'acqua. Esso considera una lista di 85 famiglie di organismi macrobentonici, cui assegna un punteggio da 1 (per organismi tolleranti) a 10 (per organismi sensibili) in base al loro livello di sensibilità agli inquinanti organici. Il punteggio finale è dato dalla somma dei punteggi delle famiglie presenti, diviso il numero totale delle famiglie campionate: più alto è il punteggio, migliore è la qualità dell'acqua del fiume.

L'indice EPTD valuta invece l'abbondanza di alcuni *taxa* di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri, la cui presenza e quantità sono considerate indici di buona qualità ambientale.

L'Indice GOLD si basa invece sull'abbondanza relativa di Gasteropodi, Oligocheti, Ditteri, che nel complesso sono ritenuti indicatori di scarsa qualità ambientale; maggiore è la loro proporzione nel campione e minore è il valore di questo indice.

Il numero di famiglie e il numero di famiglie EPT si riferiscono rispettivamente al numero di famiglie complessivo del campione e al numero di famiglie di Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri; il primo è pertanto indicatore della diversità complessiva della comunità macrobentonica, il secondo è riferito più nello specifico ai gruppi considerati più esigenti in termini di qualità ambientale. In entrambi i casi, maggiore è il valore e maggiore è la qualità del sito monitorato.

L'indice di diversità di Shannon-Wiener valuta la proporzione di organismi che appartengono a ciascuno dei *taxa* che costituiscono la comunità. Il risultato è tanto più elevato tanto più essa si presenta diversificata (numero elevato di *taxa*) e bilanciata (assenza di *taxa* numericamente dominanti sugli altri), con un valore che va da 0 a infinito (in genere si colloca tra 1,5 e 3,5). Si basa infatti sul presupposto che un sito integro ospita una elevata diversità faunistica, senza *taxa* numericamente dominanti.

I valori delle metriche, prima di essere combinati per il calcolo dell'Indice, devono essere normalizzati con i valori di riferimento specifici per ciascun tipo fluviale, riportati nel D.M. 206/2010 e ponderati; il punteggio ottenuto viene poi normalizzato con il valore di STAR_ICMi di riferimento per ottenere il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), che assume valori compresi tra 0 e 1.

Tabella 5-5: 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	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD} + 1)$	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

L'Indice STAR_ICMi viene calcolato tramite il software MacrOper.ICM vers. 1.0.5.

I valori di riferimento utilizzati i corsi d'acqua indagati, desunti dal D.M. 260/2010, sono quelli relativi all'area geografica *Alpina (Alpi occidentali)*, macrotipo fluviale A2, i cui limiti di classe i seguenti.

Limiti classe	Giudizio
> 0,95	Elevato
0,71 – 0,95	Buono
0,48 – 0,71	Sufficiente
0,24 – 0,48	Scarso
< 0,24	Cattivo

5.3.1 Bibliografia

Buffagni A., Erba S., Armanini D., Demartini D. & Somarè S., 2004. Aspetti idromorfologici e carattere lenticolo-lotico dei fiumi mediterranei: River Habitat Survey e descrittore LRD. Quad. Ist. Ric. Acque, Roma 122: 41-64.

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 MacrOper. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari di 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).

Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983. The performance of a new biological water quality scores system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17, 333–347.

ISPRA, 2014. Metodi Biologici per le acque superficiali interne. *Manuali e Linee Guida* 111/2014.

Padmore C.L., 1998. The role of physical biotopes in determining the conservation status of flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: 25-35.

5.4 Studio della comunità ittica

La raccolta dei dati di campo sulla fauna ittica è svolta mediante pesca elettrica. Si tratta del metodo più efficace nei corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, oltre ad essere innocuo per i pesci, che possono così essere rimessi in libertà una volta effettuate le analisi necessarie. Questo sistema di pesca si basa sull'effetto che un campo elettrico produce sul pesce: mediante un elettrostorditore alimentato da un motore a scoppio viene, infatti, generato un campo elettrico tra due elettrodi, lancia (anodo) e massa (catodo), tra i quali si stabilisce una corrente elettrica nell'acqua. L'efficienza della pesca elettrica è influenzata da alcuni fattori ambientali, primo dei quali la conducibilità elettrica dell'acqua: valori troppo bassi (come accade per esempio in acque di bacini cristallini, povere di sali disciolti, dove si registrano valori inferiori a 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fanno sì che l'acqua non conduca adeguatamente la corrente elettrica e l'elettropesca risulti inefficace. Di contro, valori di conducibilità troppo alti (per esempio nelle acque salmastre o comunque ricche di soluti) danno luogo ad una dispersione eccessiva di corrente, cosicché, anche in questo caso, l'elettropesca diventa inefficace. Un altro fattore che condiziona il successo della pesca elettrica è la natura del substrato di fondo: maggiore è la sua conducibilità, come nel caso di fondali fangosi, e più il campo elettrico si disperde, risultandone una minore efficienza di cattura; fondali rocciosi, poco conduttivi, sono invece ottimali. È importante anche la profondità dell'acqua, al crescere della quale diminuiscono le possibilità di cattura sia per una maggiore dispersione di corrente conseguente alla maggiore distanza tra gli elettrodi, sia per le difficoltà insite quando si opera nelle acque profonde.

Il campionamento tramite elettropesca è condotto da un gruppo di cinque persone: una che aziona lo storditore, una che utilizza la lancia, due che raccolgono i pesci storditi con una guada e una che trasporta i pesci catturati nei contenitori per lo stoccaggio provvisorio in attesa degli esami.

Sono impiegati elettrostorditori spallabili con motore a scoppio modello "Ittiosanitaria ELT-IIE" da 1300 W.

I pesci catturati sono sottoposti alle seguenti determinazioni:

- Identificazione della specie di appartenenza.
- Misura della lunghezza totale - cioè dall'apice del muso all'estremità della coda tenuta distesa - mediante un apposito strumento, l'ittiometro, con un'approssimazione di ± 1 mm.
- Peso, mediante bilancia elettronica, con un'approssimazione di ± 0.1 g (± 1 g per le specie di peso maggiore di 0.5 kg).

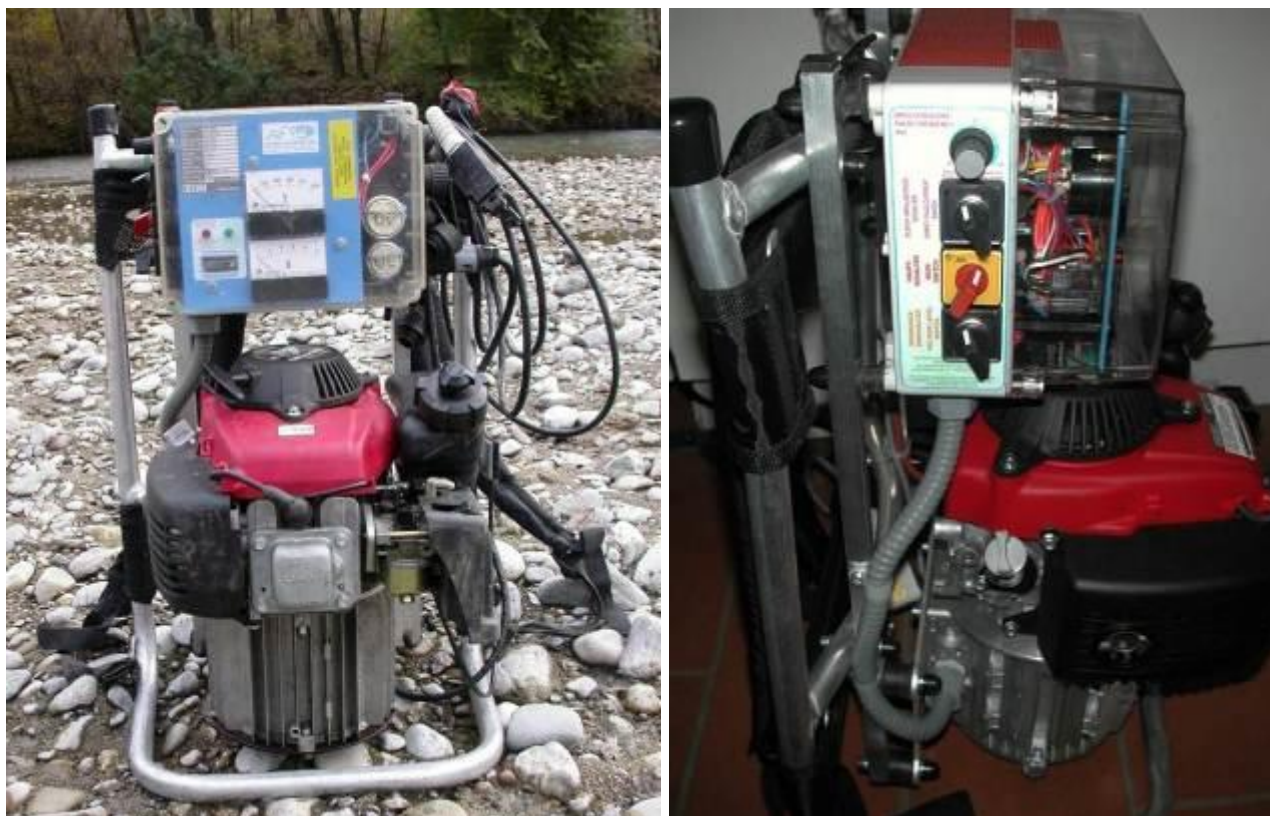


Figura 5-3: elettroscorditore spallabile da 1300 W

I dati così ricavati sono utilizzati per ottenere i seguenti parametri:

- **Composizione della comunità ittica**, espressa come percentuale di abbondanza degli individui delle diverse specie ittiche rilevate.
- **Struttura delle popolazioni ittiche**: si valuta attraverso l'abbondanza relativa tra individui giovani di un anno di vita o meno (detti anche "0+"), giovani di oltre un anno di vita (detti anche "individui subadulti") e adulti, cioè pesci sessualmente maturi, che in genere hanno almeno tre anni di vita. Lo stato di salute di una popolazione dipende, infatti, non solo dalla sua abbondanza numerica, ma anche da un corretto rapporto di equilibrio tra individui delle diverse età: una popolazione costituita quasi esclusivamente da giovani indica o una situazione di espansione demografica, oppure la presenza di problemi ambientali che non consentono la presenza di pesci di maggiore taglia, o ancora un eccessivo prelievo di adulti operato dalla pesca; questo si può tradurre in una grave limitazione per la possibilità di riproduzione naturale nel tratto, venendo a scarseggiare o a mancare i riproduttori fino a quando i giovani presenti avranno la possibilità di raggiungere la maturità sessuale. Viceversa, una popolazione con pochi giovani indica la presenza di problemi nel successo della riproduzione naturale a livello di sopravvivenza di uova o avannotti.
- **Densità delle diverse specie ittiche**, calcolata come numero di pesci catturati rapportato alla superficie del tratto di corso d'acqua campionato. Questo parametro è un indice della quantità di pesci presenti; confrontando le densità ittiche di vari tratti si può stabilire dove il numero di pesci è adeguato alle potenzialità ambientali e dove invece è inferiore.