Agr. Dott. Maurizio Penserini
Biologo Genetista - Ittiologo
Collegio Agrotecnici Laureati di Reggio Emilia
Consulente in Idrobiologia e Analisi Ambientali
www.waterbiosciences.it

WaterBioSciences Ecologia Acquacoltura Analisi Ambientali
MTRG MEDITERRANEAN TROUT RESEARCH GROUP
A.I.P.A.C.A.
HANNA instruments
Laboratorio analisi certificate

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) DEL TORRENTE FRIGIDO IN LOCALITA' FORNO NEL COMUNE DI MASSA (MS).

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DEGLI IMPATTI AMBIENTALI SULL'ECOSISTEMA FLUVIALE DELL' IMPIANTO IDROELETTRICO EX FILANDA DI FORNO ANNO 2021 E 2022

DD29/STA - VALUTAZIONE DELL'IMPATTO E DETERMINAZIONE RISCHIO AMBIENTALE

Tecnici incaricati: **Dr. Maurizio Penserini, Biologo Ittiologo,**
(Albo degli Agrotecnici e Agrotecnici Laureati: N° 204)
via Roma 10, 42032 Collagna di Ventasso (RE)

Dr. MAURIZIO PENSERINI
Via Roma, 10 - 42032 COLLAGNA (RE)
Tel. 0522.897420 - Cell. 334 2680045
Partita I.V.A. 02428580357
maurizio.penserini@alice.it

COLLEGIO PROVINCIALE AGROTECNICI REGGIO EMILIA
AGROTECNICO PENSERINI MAURIZIO N. 204

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

SOMMARIO

Premessa 3

Ecosistema acquatico 4

Area di studio 5

Metodologie di studio e programmazione (Piano di Monitoraggio Ambientale – PMA) 6

Individuazione delle stazioni di monitoraggio 8

COMPONENTI ECOSISTEMI 9

Calcolo dell'indice LIMeco e sostanze chimiche prioritarie 9

Calcolo dell'indice multi habitat parametrico STAR_ICMi 12

Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F e indice IH 14

Analisi delle comunità diatomiche e delle macrofite acquatiche (Calcolo ICMi e IBMR) 16

Monitoraggio morfologico : Mesohabitat Assessment 18

COMPONENTI FAUNA ITTICA 22

Calcolo dell'indice NISECI 24

RISULTATI GENERALI 27

1R. RISULTATI INDICE LIMeco (MACRODESCRITTORI) E CAMPIONAMENTO CHIMICO/FISICO 27

2R. CALCOLO DELL'IBE E DELL'INDICE MULTIHABITAT PARAMETRICO STAR_ICMi 33

3R. INDICE DI FUNZIONALITA' FLUVIALE I.F.F. 46

4R. ANALISI DELLE COMUNITÀ DIATOMICHE E DELLE MACROFITIE ACQUATICHE (Calcolo ICMi e IBMR) .. 50

5R. MONITORAGGIO MORFOLOGICO : MESOHABITAT ASSESSMENT E INDICE IH 62

6R. COMPONENTE FAUNA ITTICA (Indice NISECI) 77

7R. CONCLUSIONI STATO ECOLOGICO 87

8R. DD29/STA - VALUTAZIONE DELL'IMPATTO E DETERMINAZIONE RISCHIO AMBIENTALE 89

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

PREMESSA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) si propone di realizzare un inquadramento della situazione territoriale esistente *post-operam* con l'entrata in funzione della derivazione (*ex post*).

Scopo del monitoraggio sarà quello di individuare un superamento di limiti o indici di accettabilità ed attuare tempestivamente azioni correttive. Tra i concetti principali che hanno governato la stesura del Piano vi è quello della flessibilità, in quanto la complessità delle opere e del territorio interessato, nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali, non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici. Ne consegue la possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello delle attività di derivazione in funzione di varie eventualità che possono essere riassunte e semplificate nel seguente elenco:

- andamento dell'evoluzione dei fenomeni monitorati;

- rilievo di fenomeni imprevisti;

- segnalazione di eventi inattesi (Non Conformità);

- verifica dell'efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione / mitigazione di eventuali impatti.

In occasione della entrata in funzione della derivazione le possibili alterazioni dell'ecosistema acquatico e ripariale da monitorare possono essere riassunte nel seguente elenco:

- modificazione delle condizioni di deflusso prodotte dall'inserimento di opere in alveo;

- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica delle acque prodotte dalle lavorazioni;

- alterazioni della qualità dell'habitat fluviale nei comparti idraulico, morfologico, chimicofisico, biologico, vegetazionale.

Nella definizione del PMA, presentato di seguito, sono riportati i tempi e i modi di applicazione delle attività di monitoraggio (periodicità delle analisi) in conformità dei regolamenti e dei decreti espressi nel Piano di Gestione idrografico dell'Appennino Settentrionale adottata, ai sensi dell'art. 65 commi 7 e 8 del d.lgs. 152/2006 in relazione agli obiettivi di qualità ambientale definiti dal Piano stesso e in conformità a quanto previsto nelle "Linee guida per le valutazioni ambientali ex ante delle derivazioni idriche in relazione agli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici superficiali e sotterranei, definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000, da effettuarsi ai sensi del comma 1, lettera a), dell'art.12 bis Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775", approvate con Decreto del Direttore della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del MATTM n. 29/STA del 13.02.2017, come modificato dal Decreto della Direttore Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare n. 293/STA del 25.05.2017 (di seguito Linee guida).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

ECOSISTEMA ACQUATICO

Il monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Frigido in Loc. Forno Comune di Massa, sarà effettuato in due postazioni: a valle dell'opera di presa nel tratto sotteso alla derivazione e a valle del punto di restituzione delle acque derivate dall'Impianto Idroelettrico Ex-Filanda di Forno. Si prevede di effettuare un monitoraggio *post operam* o *ex post* nelle tre annualità successive al rinnovo della derivazione.

Gli indicatori monitorati durante tutta la campagna sono:

- parametri idrologico-idraulici (portata, Art. 95 D.Lgs. 152/2006);

- parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, solidi in sospensione totali, B.O.D.$_5$ e C.O.D., macrodescrittori, metalli pesanti, fitofarmaci);

- parametri biologici EQB [Ittiofauna (Niseci), LIMeco, macrodescrittori attraverso IBE e indice Star_ICMi, Mesohabitat Suitability Assessment, Escherichia coli), Macrofite (Indice IBMR), Diatomee (Indice ICMi)];

L'attività di interpretazione delle misure consisterà in:

- confronto con i dati di monitoraggio di ARPAT relativamente al corpo idrico interessato;
- confronto con i livelli di attenzione ex D.Lgs 152/99 ed D.Lgs 152/06 e con successivo D.M. 260/2010;
- applicazione della Direttiva Derivazioni e quantificazione del rischio ambientale R_{DC};
- analisi delle cause di non conformità e predisposizione di opportuni interventi di mitigazione.

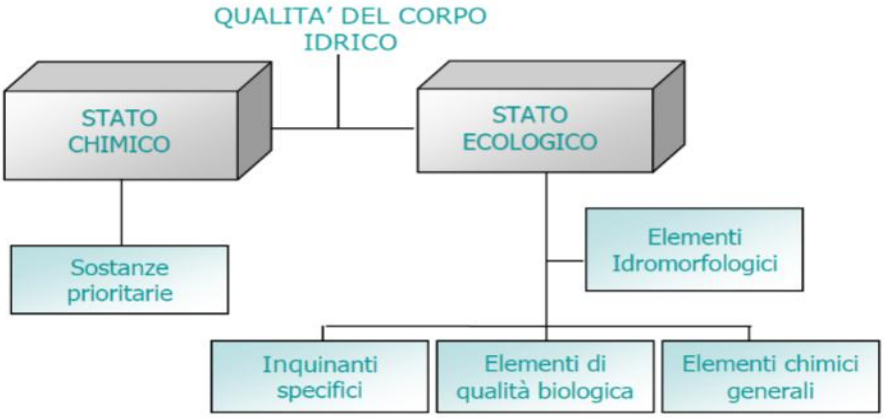


Figura 1 : modalità di classificazione dello stato di qualità ai sensi della WDF Dir 2000/60/CE

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Area di studio

Il Comune di Massa è attualmente titolare della concessione derivazione a scopo idroelettrico delle acque del fiume Frigido. La concessione è stata assentita con delibera di Giunta Regionale n° 2274 del 15/03/1991.

La derivazione oggetto di rinnovo è attiva sin dalla fine del 1800 quando fu realizzata una Filanda per la lavorazione industriale del cotone che, necessitando di abbondante e continuo approvvigionamento idrico, potevano essere garantite dal fiume Frigido.

La concessione originaria infatti risale al 1881 quando fu rilasciata ai proprietari del cotonificio la concessione di realizzazione di un canale per la derivazione dell'acqua. Allo scopo di sfruttare meglio la forza dell'acqua oltre il naturale salto geodetico esistente al di sotto della filanda fu scavato un pozzo profondo circa 54 m all'interno del quale fu collocata una turbina idraulica di tipo pelton ad uso forza motrice.

Il pozzo nei primi anni 2000 fu allargato allo scopo di installare una coppia di turbine francis che sono quelle attualmente in uso. Contestualmente è stata installata una nuova condotta di derivazione.

Di seguito la collocazione delle principali opere di derivazione, produzione e rilascio della derivazione del Fiume Frigido.

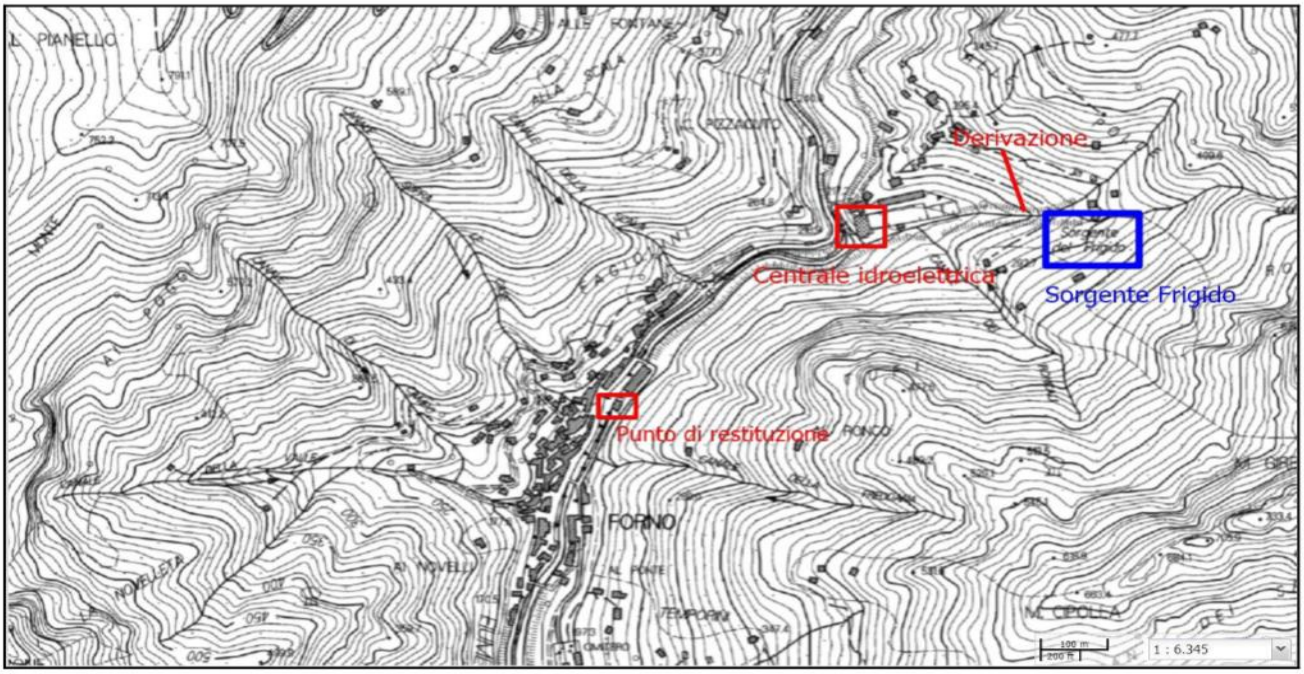


Figura 2: area di studio nei pressi di Forno comune di Massa (MS)

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Metodologie di studio e programmazione (Piano di Monitoraggio – PMA)

La Direttiva 2000/60/CE (WFD - *Water Framework Directive*) istituisce a livello europeo un quadro di riferimento normativo per una efficace gestione e tutela delle risorse idriche attraverso la definizione di piani di gestione a scala di distretto idrografico, finalizzati alla pianificazione delle attività di monitoraggio e delle misure necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità fissato a livello europeo e corrispondente ad uno stato "buono". Il presente studio è costituito dalla combinazione di diverse metodologie di indagine ambientale e biologica su diversa scala. Le modalità di applicazione dei parametri e delle attività di indagine sono definite dal D. Leg. 152/06 e successivi Decreti Ministeriali.

Le modalità di esecuzione dei diversi parametri investigati sono descritti dettagliatamente nel PMA presente.

Di seguito viene riportata la tabella 3.6 del DM 260/10 che indica le frequenze di campionamento nell'arco dell'anno per i diversi parametri monitorati.

Tab. 3.6. Monitoraggio di sorveglianza e operativo. Frequenze di campionamento nell'arco di un anno per fiumi e laghi.

ELEMENTI DI QUALITÀ		FIUMI		LAGHI	
BIOLOGICI		**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO (2)**	**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO (2)**
Fitoplancton				6 volte (3)	6 volte (3)
Macrofite		2 volte (4)	2 volte (4)	1 volta (5)	1 volta (5)
Diatomee		2 volte in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati (6)	2 volte , in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati (6)		
Macroinvertebrati		3 volte(7)	3 volte(7)	almeno 2 volte(5)	almeno 2 volte(5)
Pesci		1 volta(8)	1 volta(8)	1 volta (9)	1 volta(9)
IDROMORFOLOGICI		**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO**	**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO**
Continuità		1 volta	1 volta(10)		
Idrologia		Continuo (11)	Continuo(11)	Continuo(12)	Continuo(12)
Morfologia (13)	alterazione morfologica	1 volta	1 volta(10)	1 volta	1 volta(10)
	caratterizzazione degli habitat prevalenti (14)	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati
FISICO-CHIMICI E		**SORVEGLIANZA(1)**	**OPERATIVO(15)**	**SORVEGLIANZA (1)**	**OPERATIVO(15)**

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

CHIMICI				
Condizioni termiche Ossigenazione Conducibilità Stato dei nutrienti Stato di acidificazione	Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee	Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee.	Bimestrale e comunque in coincidenza del campionamento del fitoplancton	Bimestrale e comunque in coincidenza con **il** campionamento del fitoplancton
Altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità(16)	- trimestrale nella matrice acqua. Possibilmente in coincidenza con campionamento dei macroinvertebrati e /o delle diatomee	- trimestrale nella matrice acqua. Nell'anno del monitoraggio biologico i campionamenti sono effettuati possibilmente in coincidenza con quelli dei macroinvertebrati e /o delle diatomee.	- trimestrale in colonna d'acqua	- trimestrale in colonna d'acqua
Sostanze dell'elenco di priorità(17)	- mensile nella matrice acqua	- mensile nella matrice acqua	- mensile in colonna d'acqua	- mensile in colonna d'acqua

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Individuazione delle stazioni di monitoraggio

Di seguito vengono riportati i codici assegnati alle stazioni di monitoraggio individuate e le loro coordinate geografiche.

Codice stazione FR _01

- stazione a valle della derivazione all'interno del tratto sotteso coord. 44°05'05''N 10°10'46''E

Codice stazione FR_02

- stazione a valle del rilascio della derivazione coord. 44°05'00''N 10°10'42''E

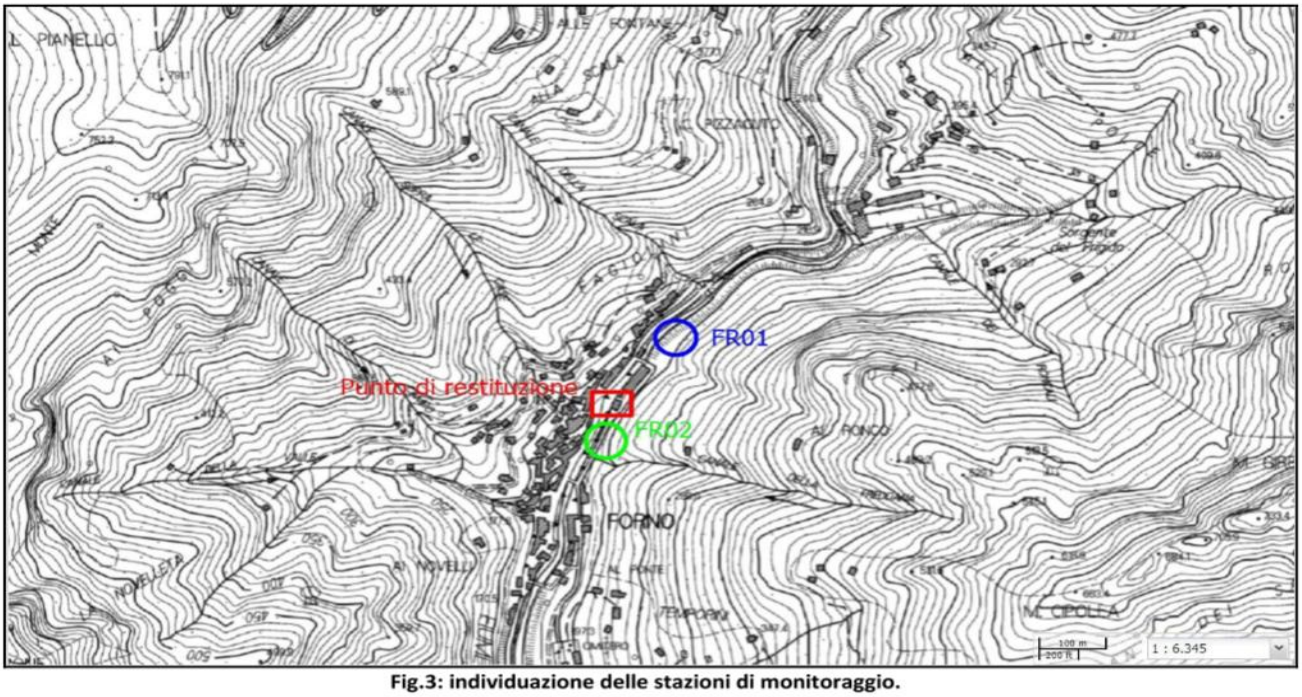


Fig.3: individuazione delle stazioni di monitoraggio.

La scelta delle stazioni è derivata dalla considerazione riguardo al possibile impatto ambientale agli ecosistemi fluviali. La scelta della stazione FR_01 a valle della derivazione permette di poter definire eventuali pressioni o alterazione della derivazione. La scelta della stazione FR_02 è logica conseguenza della verifica di pressioni generate dallo scarico o alterazioni dei parametri ecologici naturali.

Di seguito sono riportati i parametri degli indicatori prescelti per definire eventuali pressioni agli ecosistemi fluviali del Torrente Frigido.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

COMPONENTI ECOSISTEMI

Calcolo dell'indice LIMeco e sostanze chimiche prioritarie

L'acronimo **LIMeco** significa: **L**ivello di **I**nquinamento dai **M**acrodescrittori per lo stato **eco**logico. È un singolo descrittore nel quale vengono integrati i seguenti parametri chimici:

- Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione)
- Azoto ammoniacale $N\text{-}NH_4$
- Azoto nitrico $N\text{-}NO_3$
- Fosforo totale

Il LIMeco viene utilizzato per individuare le classi di qualità di un'acqua corrente. Il procedimento per il calcolo del LIMeco è il seguente:

- ad ogni campionamento vengono analizzati i parametri chimici LIMeco;
- alla concentrazione misurata per ciascun singolo parametro (macrodescrittore) corrisponde un determinato punteggio come indicato nella seguente tabella:

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 (macrodescrittore)						
$100\text{-}O_2$% sat.	soglie	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
$N\text{-}NH_4$ (mg/l)		< 0.03	≤ 0.06	≤ 0.12	≤ 0.24	>0.24
$N\text{-}NO_3$ (mg/l)		< 0.6	≤ 1.2	≤ 2.4	≤ 4.8	>4.8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	>400

Tabella 1

Il **LIMeco** di ciascun campionamento si ottiene calcolando la media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri.

Alla fine dell'anno in esame si hanno, per ciascun sito del corpo idrico, una serie di valori LIMeco corrispondenti al numero dei prelievi effettuati.

Il punteggio LIMeco da assegnare al sito, ai fini dell'attribuzione della classe di qualità, è dato dalla media dei LIMeco calcolati durante tutto il periodo di campionamento.

Qualora il corpo idrico comprenda più punti di monitoraggio, viene considerata la "media ponderata" dei valori di LIMeco, in base alla percentuale di rappresentatività di ciascun punto.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Le classi di qualità LIMeco (indicate nel D.M. 260/2010) sono riportate nella seguente tabella:

Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco	
LIMeco	**Stato di qualità**
≥ 0,66	Elevato
≥ 0,50	Buono
≥ 0,33	Sufficiente
≥ 0,17	Scarso
< 0,17	Cattivo

Tabella 2

Localizzazione e periodicità del monitoraggio

Saranno campionate le stazioni FR_01 e FR_02 con cadenza semestrale.

LIMeco	POST OPERAM
PERIODO	3 annualità successive alla entrata in funzione
CAMPAGNE DI INDAGINE	2 campionamenti/anno

Tabella 3

Elenco dei parametri chimici base analizzati:

Parametro	Unità di misura	LCL	Codifica
Alcalinità	mg/L $Ca(HCO_3)_2$	-	B
Azoto ammoniacale	mg/L N	0.03	B
Azoto nitrico	mg/L N	0.1	B
Azoto nitroso	mg/L N	0.003	B
Azoto totale	mg/L N	1.0	B
BOD_5	mg/L O_2	2	B
Cloruri	mg/L	1.0	B
COD	mg/L O_2	5	B
Conducibilità	µS/cm a 20°C	-	B
Fosforo totale	mg/L P	0.05	B
Ortofosfati	mg/L P	0.05	B
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	%	-	B
Ossigeno disciolto	mg/L O_2	0.5	B
pH	Unità di pH	-	B
Solfati	mg/L	1.0	B
Solidi sospesi	mg/L	10	B
Temperatura acqua	°C	-	B

Tabella 4: parametri generali

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Parametro	Unità di misura	LCL	Codifica
Ammoniaca non ionizzata	mg/L NH_3	0.005	B3
Ammoniaca totale	mg/L NH_4	0.04	B3
Calcio	mg/L	1.0	B1
Escherichia coli	UFC/100 ml	100	B2
Magnesio	mg/L	1.0	B1
Potassio	mg/L	1.0	B1
Sodio	mg/L	1.0	B1
Tensioattivi anionici	mg/L MBAS	0.2	B3

Tabella 5: parametri generali a supporto

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Calcolo dell'indice multi habitat parametrico STAR_ICMi

Nella stazioni di campionamento sottesa alla derivazione e a valle del rilascio sarà effettuato un monitoraggio della cenosi a macroinvertebrati bentonici seguendo un approccio quali-quantitativo al fine di calcolare l'indice STAR_ICMi.

Il metodo di campionamento utilizzato è di tipo multihabitat proporzionale (Buffagni & Erba,. 2007). Il prelievo quantitativo di macroinvertebrati sarà effettuato su una superficie nota in modo proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato. Per la natura stessa del corpo idrico e per la tipologia di impianto si ritiene che i macroinvertebrati bentonici siano il miglior gruppo bioindicatore per la valutazione degli impatti potenziali. Il monitoraggio dei macroinvertebrati verrà eseguito nelle stazioni di campionamento FR_01 e FR_02, nei microhabitat minerali.

Microhabitat	Codice	Descrizione
Limo/Argilla < 6 µm	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine
Sabbia 6 µm - 2 mm	SAB	Sabbia fine e grossolana
Ghiaia 0,2 - 2 cm	GHI	Ghiaia e sabbia molto grossolana
Microlithal 2-6 cm	MIC	Pietre piccole
Mesolithal 6-20 cm	MES	Pietre di medie dimensioni
Macrolithal 20-40 cm	MAC	Pietre grossolane
Megalithal > 40 cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
Artificiale	ART	Calcestruzzo e tutti i substrati solidi non granulari immessi artificialmente nel fiume
Igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido, spesso ricoperto da muschi

Tabella 8: Lista e descrizione dei microhabitat minerali (Buffagni & Erba, 2007).

Lo strumento utilizzato per il campionamento è un retino Surber. La superficie di campionamento è di 0,1 m^2. Ogni campione prelevato è costituito da 10 repliche distribuite proporzionalmente tra i microhabitat e le tipologie di flusso, con una superficie totale di campionamento di 1 m^2. Sul materiale raccolto si procede in campo ad un primo riconoscimento e a un conteggio. La determinazione viene effettuata a livello di famiglia e in alcuni casi a livello di genere e completata in laboratorio tramite microscopio stereoscopico o microscopio ottico qualora ritenuto necessario. Per l'identificazione degli organismi sono utilizzate differenti chiavi dicotomiche. Vengono compilati elenchi faunistici e riportate le abbondanze dei taxa rinvenuti. Gli elenchi faunistici e le relative abbondanze sono elaborati secondo le indicazioni fornite dal D.M. 260/2010. Per il calcolo dell'indice STAR_ICMi si considerano 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità). Le

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

sei metriche considerate sono: ASPT, Log10 (sel_EPTD+1), 1-GOLD, Numero di famiglie EPT, Numero totale di famiglie, Indice di diversità Shannon-Weiner.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	Armitage et al. 1983	0,333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log_{10} (Sel_EPTD+1)	Log_{10} (somma di Heptagenidae, Ephemeridae, Leptophlebidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Atherlcidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al. 2004; Buffagni & Erba, 2004	0,266
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD	1-(Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al. 2004	0,067
	Numero taxa	Numero totale di famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	Ofenböck et al. 2004	0,167
	Numero taxa	Numero di famiglie EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	Böhmer et al. 2004	0,083
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W}= -\Sigma(n_i/A).\ln(n_i/A)$	Hering et al. 2004; Böhmer et al. 2004	0,083

Tabella 9: Metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (Buffagni & Erba, 2007)

Il valore finale dell'indice deriva dalla combinazione dei valori ottenuti per le sei metriche, opportunamente normalizzati e ponderati, e assume valori tra 0 ed circa 1, dove 0 rappresenta il minor valore ottenibile (la peggiore qualità) mentre circa 1 corrisponde alla migliore situazione osservabile (prossima alle migliori condizioni) (Buffagni & Erba, 2007).

Pertanto le metriche di riferimento (RQE) e i giudizi di qualità sono quelli riportati nella tabella seguente:

Valori RQE	STAR ICMi	Colore convenzionale
RQE ≥ 0,97	elevato	
0,72 ≤ RQE < 0,97	buono	
0,48 ≤ RQE < 0,72	sufficiente	
0,24 ≤ RQE < 0,48	scarso	
RQE < 0,24	cattivo	

Tabella 10: Valori RQE per ciascuna classe di qualità riferiti al corpo idrico indagato.

Localizzazione e periodicità del monitoraggio

Saranno campionate le stazioni FR_01 e FR_02 con cadenza semestrale.
I campionamenti e il conseguente calcolo dell'indice STAR_ICMi dovranno essere in regime di magra e di morbida derivate da portate decrescenti. Per quanto riguarda la periodicità del monitoraggio le analisi dovranno essere eseguite secondo quanto indicato nel seguente schema:

STAR_ICMi	POST OPERAM
PERIODO	3 annualità successive all'inizio derivazione
CAMPAGNE DI INDAGINE	2 campionamenti/anno

Tabella 11

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F. e indice IH

L'analisi dell'evoluzione degli ecosistemi fluviali interferiti verrà attuata attraverso all'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) e dell'indice IH che prende in considerazione l'ecosistema fluviale del Torrente Frigido nella sua globalità.

L'obiettivo principale dell'indice consiste nel rilievo dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e nella valutazione della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'interazione di un'importante serie di fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.
Attraverso l'analisi di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema, interpretati alla luce dei principi dell'ecologia fluviale, vengono rilevate le funzioni ad essi associate, nonché l'eventuale allontanamento dalla condizione di massima funzionalità, individuata rispetto ad un modello ideale di riferimento. La lettura critica ed integrata delle caratteristiche ambientali consente così di definire un indice globale di funzionalità.

I parametri da monitorare sono espressi dalla "Scheda I.F.F.2007" che si compone di una intestazione con la richiesta di alcuni metadati e di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua; per ogni domanda è possibile esprimere una sola delle quattro risposte predefinite. I metadati richiesti riguardano il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo. Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 40) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. L'attribuzione degli specifici pesi numerici alle singole risposte non ha particolari giustificazioni matematiche, ma deriva da valutazioni di esperti sull'insieme dei processi funzionali influenzati dalle caratteristiche oggetto di ciascuna risposta. Il punteggio di IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 e uno massimo di 300. Esiste un caso di domanda ripetuta (domanda 2 e 2bis), che deve essere affrontato rispondendo solo a quella pertinente alla situazione effettivamente rilevata nel tratto, fascia perifluviale primaria o secondaria.

La struttura della scheda I.F.F.2007 consente di esplorare diversi comparti ambientali; le domande possono essere raggruppate in gruppi funzionali:

· le *domande 1 – 4* riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua ed analizzano le diverse tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, come ad esempio, l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale;
· le *domande 5 e 6* si riferiscono alla ampiezza relativa dell'alveo bagnato e alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;
· le *domande 7 – 9* considerano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua;
· la *domanda 10* considera l'idoneità ittica, valutata in base alle caratteristiche del corso d'acqua in riferimento alla vocazionalità ad ospitare i diversi stati vitali;
· la *domanda 11* considera l'idromorfologia come elemento per lo svolgimento dei processi idrodinamici e geomorfologici;
· le *domande 12 – 14* rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobenthonica e macrofitica e della conformazione del detrito.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Il punteggio finale viene tradotto in 5 livelli di funzionalità (L.F.), espressi con numeri romani (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità; sono inoltre previsti livelli intermedi, al fine di meglio graduare il passaggio da una classe all'altra

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Tabella 12

Ad ogni livello di funzionalità viene associato un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica; i livelli intermedi vengono rappresentati con un tratteggio a barre oblique a due colori alternati. La rappresentazione grafica viene effettuata con due linee, corrispondenti ai colori dei Livelli di Funzionalità, distinguendo le due sponde del corso d'acqua.

Localizzazione e periodicità del monitoraggio

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale prevede solitamente che i corsi d'acqua vadano indagati nella loro interezza. In questo caso, dato che lo studio di impatto ambientale necessitava di informazioni relative all'interferenza tra l'opera di derivazione e il Torrente Frigido si dovrà analizzare un unico tratto da monte e fino a valle del tratto derivato. Per quanto riguarda la periodicità del monitoraggio le analisi dovranno essere eseguite secondo quanto indicato nel seguente schema

IFF	POST OPERAM
PERIODO	3 annualità (successive all'inizio della derivazione)
CAMPAGNE DI INDAGINE	1 campionamento/anno

Tabella 13

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

INDICE ICMI (DIATOMEE) E INDICE RQE_IBMR (MACROFITE)

L'indice multimetrico da applicare per la valutazione dello stato ecologico, utilizzando le comunità diatomiche, è l'indice denominato Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi). L'ICMi si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS e sull'Indice Trofico TI. Il D.M. 260/10 riporta i valori di RQE relativi ai limiti di classe dell'ICMi, distinti nei macrotipi fluviali indicati anche per Macroinvertebrati.

Macrotipi	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
A1	0,87	0,70	0,60	0,30
A2	0,85	0,64	0,54	0,27
C	0,84	0,65	0,55	0,26
M1-M2-M3-M4	0,80	0,61	0,51	0,25
M5	0,88	0,65	0,55	0,26

I valori riportati in Tab. 4.1.1/c corrispondono al valore più basso della classe superiore.

Tabella 14: limiti di classe fra gli stati per i diversi macrotipi fluviali. (da D.M. 260/10)

Nella tabella seguente vengono riportati i valori di riferimento degli indici IPS e TI da utilizzare per il calcolo dei rispettivi RQE.

Macrotipo fluviale	*Valori di riferimento*	
	IPS	TI
A1	18,4	1,7
A2	19,6	1,2
C	16,7	2,4
M1	17,15	1,2
M2	14,8	2,8
M3	16,8	2,8
M4	17,8	1,7
M5	16,9	2,0

Tabella 15: valori di riferimento degli indici IPS e TI per macrotipi fluviali. (da D.M. 260/10)

L'indice da applicare per la valutazione dello stato ecologico, utilizzando le comunità macrofitiche, è l'indice denominato "Indice Biologique Macrophyitique en Rivière" IBMR. L' IBMR è un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico inteso in termini di intensità di produzione primaria. Allo stato attuale questo indice non trova applicazione per i corsi d'acqua temporanei mediterranei.
Nella tabella seguente si riportano i valori di RQE_IBMR relativi ai limiti di classe differenziati per Area geografica.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,85	0,70	0,60	0,50
Centrale	0,90	0,80	0,65	0,50
Mediterranea	0,90	0,80	0,65	0,50

Tabella 16: valori RQE_IBMR relativi ai limiti tra le classi riportate. (da D.M. 260/10)

In tabella seguente sono riportati i valori di riferimento da utilizzare per il calcolo di RQE_IBMR per i macrotipi definiti in tabella 4.1/b del D.M. 260/2010.

Area geografica	Macrotipi	Valore di riferimento
Alpina	Aa	14,5
	Ab	14
Centrale	Ca	12,5
	Cb	11,5
	Cc	10,5
Mediterranea	Ma	12,5
	Mb	10,5
	Mc	10
	Md	10,5
	Me	10
	Mf	11,5
	Mg	11

Tabella 17: valori di riferimento dell'IBMR per macrotipi fluviali. (da D.M. 260/10)

Di seguito si propone un piano di monitoraggio dei parametri che esprimono gli indici ICMi e RQE_IBMR nella fase post operam per il tratto sotteso alla derivazione.

ICMi RQE_IMBR	POST OPERAM
PERIODO	3 annualità (successive alla fine lavori)
CAMPAGNE DI INDAGINE	2 campionamento/anno

Tabella 18: programma di monitoraggio parametri per indici ICMi e RQE_IMBR

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Monitoraggio morfologico : Mesohabitat Assessment

ECOSISTEMA RIPARIALE

Il programma di monitoraggio relativo all'ecosistema ripariale si focalizza sugli aspetti di dinamica geomorfologica, vegetazionale del territorio e contribuirà a fornire il necessario background per le operazioni di ripristino post operam.
I punti di monitoraggio previsti si ubicano in coincidenza delle tratte di lavorazione in alveo o in prossimità delle sponde del fiume, ovvero: il sito di imposta dell'opera di presa, il sito di imposta della centrale di produzione. Si prevede di effettuare una campagna per definire lo stato di fatto post operam e periodiche campagne di misura (la frequenza delle quali sarà funzione delle attività di funzionamento della centrale) previste in prossimità o sui tratti spondali.
Relativamente all'assetto geomorfologico ci si propone di monitorare:
- lo stato di stabilità delle sponde nella situazione attuale, mediante osservazione diretta;
- le modificazioni indotte durante l'impianto in funzione, mediante osservazione diretta.
Le analisi saranno condotte mediante rilievi geomorfologici. Relativamente alla vegetazione ci si propone di monitorare:
- la sottrazione di vegetazione nelle diverse aree interessate dall'opera;
- l'alterazione della struttura della vegetazione e del patrimonio floristico;
- il danno alla vegetazione per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti) e dall'introduzione di infrastrutture (scavo per il canale ecc.).
Le analisi saranno condotte mediante l'applicazione dell'indice I.F.F. e di rilievi vegetazionali. L'attività di interpretazione delle misure consisterà in:
- confronto con i dati del monitoraggio ante operam (se esistenti o con dati di bibliografia);
- analisi degli impatti e predisposizione di interventi correttivi delle azioni o pianificazione delle operazioni di ripristino post operam.

Mesohabitat assessment
Per questo tipo di indagini l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF: Siligardi et al., 2007) si presta molto bene alla comprensione del territorio tramite la valutazione integrata tipica di questo indice, in grado di scorporare le principali componenti ambientali, e quindi di mettere in rilievo quali di esse possono essere maggiormente sensibili agli impatti ed ai disturbi esterni. Tuttavia si sottolinea che tutti i parametri non vengono misurati ma sono stimati, e perciò questo indice non è in grado di quantificare la variazione ambientale conseguente ad un cambiamento di scenario: ciò è molto evidente nella valutazione del Deflusso Minimo Vitale, della diversificazione dei mesohabitat costituenti l'alveo fluviale, delle fasce perifluviali. Si ritiene invece che negli studi di impatto ambientale sia invece fondamentale poter "quantificare" come e quanto può modificarsi un ecosistema in conseguenza di una nuova opera. Per ovviare a questo problema, il presente studio prevede di integrare l'IFF con un pacchetto di tool, in grado di fornire indicazioni tecniche specifiche a livello quantitativo; in particolare, i metodi di valutazione sono stati pensati come descrittori numerici che provvedono alla "misurazione" dell'ambiente, pur avendo la caratteristica imprescindibile di speditività. I metodi proposti sono denominati: MPA (Mesohabitat Patchwork Assessment) utile a descrivere e misurare la diversità morfologica del corso d'acqua prima dei lavori in alveo; MSA (Mesohabitat Suitability Assessment) utile a individuare su base biologica valori di DMV critici per le specie ittiche target.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Metodo MPA (Mesohabitat Patchwork Assessment)

Il metodo è stato messo a punto per descrivere le peculiarità dell'ecomosaico fluviale costituito dall'alternanza dei mesohabitat tipici, come raschi (riffle), pozze (pool) e zone a scorrimento veloce (run) (Maddock, 1999), caratterizzanti un determinato tratto di corso d'acqua. Esso permette di ottenere una "mappatura" ambientale (Parasiewicz, 2007), corredata di tabelle descrittive, prima che venga eseguito qualsiasi tipo di opera in fiume: si addice pertanto agli studi ambientali per impianti idroelettrici poiché, al termine dei cantieri, consente di effettuare interventi mirati di riqualificazione, partendo dalla "fotografia" del fiume ante operam. Dal punto di vista operativo, il metodo prevede l'identificazione dei mesohabitat caratteristici per un determinato tratto fluviale e quindi il loro rilievo da valle verso monte, seguito dalla georeferenziazione tramite sistema GPS/GIS (Schweizer e Pini Prato, 2004).

I dati vengono elaborati per calcolare la frequenza con la quale ogni tipologia di habitat si presenta sul tratto analizzato (% sull'intero tratto), dato indicativo della diversificazione ambientale dovuta all'alternanza spaziale; si calcolano inoltre la lunghezza media di ogni tipologia di habitat e la relativa frequenza chilometrica, come mostrato nel capitolo dei risultati in tabella 6. Infine i risultati sono ulteriormente elaborati per valutare il grado di diversità (in termini di ricchezza di habitat) del tratto oggetto di studio (Pini Prato e Schweizer, 2003): sono perciò utilizzati l'indice di diversità di Shannon-Wiener, l'indice di equitabilità di Pielou – in grado di fornire indicazioni sull'equilibrata distribuzione degli habitat– e il Numero di Diversità di Hill, che esprime il numero effettivo di habitat che contribuiscono alla diversità globale (Odum, 1983):

$$Shannon - Wiener : H' = -\sum_{i}^{S} P_i (\ln P_i)$$

$$Pielou : J_1 = \frac{H'}{\ln S}$$

$$Hill : N_1 = e^{H'}$$

Dove:

Pi = frequenza dell'habitat i-esimo (espresso in %) /
somma delle frequenze di tutti gli habitat (100%).

S = numero delle tipologie di habitat.

Metodo MSA (Mesohabitat Suitability Assessment)

Il metodo MSA si basa sulla logica del metodo dei microhabitat (Antonietti e Marchiani, 1999), ovvero sul concetto di diminuzione di habitat fluviale disponibile per la fauna ittica nel momento in cui vi è una captazione idrica, scenario tipico degli impianti idroelettrici: la diminuzione di portata naturale comporta una variazione dei parametri profondità e velocità della corrente, generando un ambiente meno "idoneo" alle specie-bersaglio tipiche della popolazione ittica locale. Il metodo messo a punto ha la caratteristica di essere particolarmente speditivo poiché usa un sistema semplificato, idoneo soprattutto a indagini preliminari: invece di analizzare tratti di corso d'acqua da rilevare con apposita topografia di dettaglio e su cui eseguire simulazioni idrauliche – come previsto ad esempio dal protocollo PHABSIM (BOVEE et al., 1998) – la misura dei parametri velocità/profondità avviene solo su sezioni scelte come rappresentative dei mesohabitat presenti, motivo per cui viene applicato dopo aver eseguito il metodo MPA per operare una migliore scelta delle sezioni-tipo. Inoltre i parametri di velocità e profondità derivano solo da misure effettuate in campo poiché si è osservato che, soprattutto su piccoli corsi d'acqua e per portate esigue, le simulazioni idrauliche lasciano molte perplessità e spesso non sono nemmeno applicabili. Il metodo, invece

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

di determinare l'area disponibile ponderata (definita ADP col metodo PHABSIM), fornisce i valori di idoneità per una data specie ittica nella singola sezione alle varie portate rilevate, e tali indicazioni vengono poi estese all'intero tratto in esame proprio in virtù della rappresentatività di ogni sezione scelta. Importante è la valutazione delle portate alle quali eseguire i rilievi. Poiché la metodica prevede di eseguire anche la verifica con valori di portata prossimi al valore del DMV previsto dalle normative, è stata operata una serie di campagne di misure per ottenere i valori di profondità e velocità di corrente solo per le sezioni prescelte alla diverse portate presenti durante i vari periodi dell'anno, e in particolare con portate prossime al DMV: eseguendo più misure con portate diverse, sia inferiori che superiori, si verifica se quel valore rende idoneo ogni singolo mesohabitat per le specie-bersaglio, a seconda delle soglie di idoneità ritenute accettabili e reperibili nella letteratura specialistica. L'applicazione pratica del metodo consiste nel rilevare una "sezione-tipo" per ogni habitat ritenuto rappresentativo, misurandone velocità e profondità dell'acqua secondo un transetto ad un intervallo regolare (es. ogni 25 cm), ritenuto idoneo a designare la sezione stessa e dipendente dalla larghezza media dell'alveo bagnato. Si ottiene così una sezione suddivisa in sottosezioni o moduli per ognuno dei quali si calcola il contributo alla portata totale e la idoneità (suitability) per profondità e velocità per ogni specie target. Per il calcolo dell'idoneità per la profondità di tutta la sezione si usa la media ponderata sulla larghezza:

$$Ip_{tot} = \frac{\sum_i Ip_{M_i} \cdot d_{M_i}}{\sum_i d_{M_i}}$$

Dove:
Iptot = Idoneità totale (tutta la sezione) per la profondità;
IpMi = Idoneità per la profondità dell'i-esimo modulo M;
dMi = larghezza dell'i-esimo modulo M.

Infine per il calcolo dell'idoneità per la velocità di tutta la sezione si usa la media ponderata sull'area:

$$Iv_{tot} = \frac{\sum_i Iv_{M_i} \cdot A_{M_i}}{\sum_i A_{M_i}}$$

Dove:
Ivtot = Idoneità totale (tutta la sezione) per la velocità;
IvMi = Idoneità per la velocità dell'iesimo modulo M;
AMi = area dell'iesimo modulo M.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Riepilogo delle integrazioni tra i pacchetti di tool (quantitativi) e l'indice IFF (qualitativo) per l'analisi ambientale.

COMPONENTE	ATTRIBUTO	METODO	
		MPA	IFF
Mesohabitat fluviali	Caratterizzazione strutturale degli habitat	Frequenza chilometrica delle singole tipologie di habitat e loro dimensioni medie; Indice di Shannon e derivati per valutare la diversità strutturale	Giudizio domanda n. 11 (idromorfologia)
		MSA	IFF
Ittiofauna	Velocità e profondità dell'acqua in sezioni tipo	Idoneità di sezioni idrauliche rappresentative per i parametri di velocità e profondità al rilascio del DMV o per portate differenti	Giudizio domanda n. 10 (idoneità ittica)

Tabella 19: Integrazioni Tool Speditivi e IFF.

INDICE, METODO	OBIETTIVO	COMPONENTE AMBIENTALE	OUTPUT
IFF	Funzionalità Fluviale	Tutto l'ecosistema fluviale ed il territorio circostante	- Punteggio - Cartografia tematica
MPA	Ricchezza di mesohabitat e grado di diversità morfologica	Mesohabitat fluviali: riffle, pool, run, ecc.	- Valori - Indici - Cartografia tematica
MSA	Deflusso Minimo Vitale su base biologica	Portata	- Valori - Curve di idoneità

Tabella 20: Obiettivi dei metodi proposti

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

COMPONENTE FAUNA ITTICA

Obiettivi

Le finalità del monitoraggio sulla componente faunistica saranno quelle di definire e valutare la struttura e la dinamica di popolazione delle specie ittiche presenti nel tratto di Torrente Frigido nelle stazioni individuate. In tale ottica, una serie ripetuta di campionamenti effettuati sempre con la medesima metodologia costituirà una oggettiva e non confutabile base tecnica su cui valutare la composizione e l'eventuale variazione quali - quantitativa dei popolamenti ittici presenti e della loro distribuzione spazio temporale.

Metodologie di rilevamento

Il rilevamento dei dati ambientali dei siti di monitoraggio, attraverso la compilazione di schede a carattere ambientale, secondo lo schema sotto riportato, consentirà di verificare eventuali condizioni di deterioramento o di miglioramento.

Data	
Corso d'acqua	
Stazione	
Località	
Condizioni meteo	
Ora	
Quota s.l.m.	
Temperatura esterna	
Temperatura acqua	
Concentrazione Ossigeno	
Saturazione Ossigeno	
Varie	
Lunghezza stazione	
Larghezza media stazione	
Superficie alveo stazione	
PH	
Profondità media (m)	
Velocità di corrente (0-5)	
Copertura vegetale (0-5)	
Rifugi ittiofauna (%)	
Grado antropizzazione (0-5)	
Valori di IBE	
Classe di qualità	
IFF	
Assetto fluviale	
Buche (%)	
Correnti (%)	
Piane (%)	
Massi (%)	
Sassi (%)	
Ciottoli (%)	
Ghiaia (%)	
Sabbia (%)	
Limo (%)	
Argilla (%)	
Torbidità (0-5)	
Densità ciprinidi tot. (individui/mq)	
N° totale ciprinidi	

Tabella 21

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Le operazioni di campionamento dell'ittiofauna saranno effettuate mediante l'utilizzo dell'electrofishing con l'impiego di un elettrostorditore spallabile a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (potenza 650 W, tensione 115-565 V, intensità massima di corrente 30 A) percorrendo l'alveo fluviale in direzione valle-monte per transetti di circa 60 - 100 m. L'elettropesca è un metodo di cattura dell'ittiofauna, rapido e relativamente innocuo, basato sull'effetto provocato dai campi elettrici sul pesce che consente la cattura di pesci di diversa specie e taglia; non risulta selettiva e consente una visione d'insieme sulla qualità e quantità della popolazione ittica presente in un determinato tratto di corso d'acqua.
Una mirata campagna di campionamento effettuata mediante l'elettropesca consentirà di definire la composizione delle comunità ittiche presenti (check-list) e di eseguire indagini di tipo semiquantitativo assegnando ad ogni specie ittica rilevata valori di abbondanza e fornendo indicazioni sulla struttura delle relative popolazioni.
A tal fine su ogni pesce catturato durante il monitoraggio dovranno essere determinate: la classificazione tassonomica, eventuali osservazioni su fenotipo e su caratteristiche morfologiche generali, lunghezza totale e standard (in cm), peso (in g.) ed il sesso, quando possibile in vivo. L'analisi quantitativa verrà effettuata mediante la tecnica dei passaggi ripetuti (Moran & Zippin 1958), dove la stima del numero di individui presenti (*N*) in un tratto esaminato noto viene definito come:

$$N = \frac{C}{(1 - z^n)}$$

dove

Z = 1-p;

e dove p è la probabilità di cattura della specie ovvero [1 – (C2/C1)] nel caso di due passaggi ripetuti di cattura

$$C = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

C è il numero di pesci rimossi con il passaggio di elettropesca. Ci è il numero di pesci catturati al passaggio i-esimo. n è il numero di passaggi.
Inoltre, la densità per unità di superficie **D**, espressa come ind/mq, dovrà essere calcolata come

D = N/S

dove **N** è il numero di pesci stimati e **S** è l'area (in m^2) del tratto campionato.
La stima della biomassa unitaria, espressa in g/m^2, per ciascuna specie rinvenuta è calcolata come:

B = (N*Wmedio)/S

dove **Wmedio** è il peso medio individuale dei pesci di ciascuna popolazione campionata, **S** è l'area (in m^2) della sezione fluviale campionata ed **N** il numero di pesci stimati.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Infine, dovrà essere attribuito un indice di abbondanza (I.A.), secondo Moyle & Nichols (1973), definito come nella seguente tabella.

Codice - Abbondanza	Descrizione
1 - raro	1-2 individui in 50 m lineari
2 - presente	3-10 individui in 50 m lineari
3 - frequente	11-20 individui in 50 m lineari
4 - comune	21-50 individui in 50 m lineari
5 - abbondante	>50 individui in 50 m lineari

Tabella 22

Per quanto riguarda lo stato della popolazione, sarà adottato un indice che mostra come gli individui raccolti nel campionamento siano strutturati nelle varie classi di età.

Indice di struttura di popolazione	Livello di struttura di popolazione
1	popolazione limitata a pochi esemplari
2	popolazione non strutturata - dominanza delle classi adulte
3	popolazione non strutturata - dominanza delle classi giovanili
4	popolazione strutturata - numero limitato di individui
5	popolazione strutturata - abbondante

Tabella 23

Localizzazione e periodicità del monitoraggio

Saranno effettuati campionamenti della fauna ittica nelle stazioni FR_01 e FR_02.
I campionamenti e il conseguente calcolo dell'indice NISECI dovranno essere effettuati in regime di magra o di morbida derivate da portate decrescenti. Per quanto riguarda la periodicità del monitoraggio le analisi dovranno essere eseguite secondo quanto indicato nel seguente schema in tutte e due le stazioni indicate:

NISECI	POST OPERAM
PERIODO	3 annualità successive alla fine lavori
CAMPAGNE DI INDAGINE	1 campionamento/anno

Tabella 24

Calcolo dell'Indice NISECI

I dati rilevati dalle campagne ittiologiche permetteranno il calcolo e l'applicazione del nuovo indice NISECI (ISPRA, 2017).
I campionamenti, come descritto in precedenza, saranno stati svolti con due passaggi successivi. Nelle precedenti elaborazioni il numero di individui catturati rappresentava la semplice somma dei due passaggi. Il nuovo NISECI richiede che alcune delle metriche necessarie al suo calcolo (come quelle relative all'abbondanza e alla struttura di popolazione) siano determinate in maniera oggettiva, proponendo specifiche metodiche e calcoli. Per una stima più accurata si è reso quindi necessario calcolare le densità di

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

individui determinando la proiezione che si ottiene dalla differenza tra le catture al primo e al secondo passaggio di ciascuna specie (Metodo dei passaggi ripetuti; Zippin 1958).

$$\mathbf{N} = \frac{C}{(1 - Z^n)}$$

Dove:

Z = 1- p

p è il coefficiente di catturabilità della specie ovvero [1 - (C2/C1)] (nel caso di 2 passaggi) dove Ci è il numero di individui catturati al passaggio i-esimo.

La formulazione multimetrica dell'indice, il cui valore varia tra 0 e 1, è data da:

$$\mathbf{NISECI} = 0.1\, x_1^{0.5} + 0.1\, x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2) - 0.1\,(1 - x_3) \times \left(0.1\, x_1^{0.5} + 0.1\, x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2)\right)$$

dove:

x1 = metrica "presenza/assenza di specie indigene"

x2 = metrica "condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone"

x3 = metrica "presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene"

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ovvero il rapporto tra lo stato della comunità ittica osservata e quello della corrispondente comunità di riferimento, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza:

$$\mathbf{RQE_{NISECI}} = (log\ NISECI + 1.1283)/1.0603$$

Il processo, di intercalibrazione europeo, concluso all'inizio del 2017 (ISPRA, 2017), ha determinato la seguente suddivisione delle classi:

Stato ecologico	Area alpina	Area mediterranea
Elevato	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$
Buono	$0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$	$0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$
Moderato	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$
Scadente	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$
Cattivo	$RQE_{NISECI} < 0.20$	$RQE_{NISECI} < 0.20$

***x*1** *Presenza/assenza di specie indigene*

La prima metrica confronta la composizione specifica della comunità ittica autoctona osservata con quella attesa. Le specie appartenenti ai Salmonidae sensu Nelson (comprendenti quindi anche Thymallus thymallus), Esocidae e Percidae sono definite come specie di maggiore importanza ecologico-funzionale e a ciascuna di esse è attribuito un valore pari a 1.2, le altre specie hanno valore 0.8. Il valore della metrica è quindi corrispondente a:

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

$$x_1 = (1.2\, n_i + 0.8\, n_a)/(1.2\, m_i + 0.8\, m_a)$$

dove:

ni = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale campionate

na = numero di altre specie autoctone campionate

mi = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale attese

ma = numero di altre specie autoctone attese La metrica può assumere quindi un valore compreso tra 1 (presenza di tutte le specie attese) e 0 (assenza di tutte le specie attese).

x2 *Condizione biologica delle popolazioni*

La condizione biologica di ciascuna delle specie autoctone attese presenti è data dall'integrazione tra struttura di popolazione (submetrica "a", con peso 0.6) e consistenza demografica o abbondanza (submetrica "b", con peso 0.4). I calcoli si suddividono in più criteri i cui passaggi sono descritti nelle linee guida nel Manuale NISECI (2017) pubblicato dall'ISPRA.

x3 *Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene*

Le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona La metrica x3 può assumere un valore compreso tra 0 e 1, che viene attribuito secondo le seguenti modalità:

Assenza di specie aliene x3 = 1

Presenza di specie appartenenti alla lista 1, con almeno una popolazione ben strutturata x3 = 0

Numero totale di pesci alieni ≥ numero totale di pesci autoctoni (appartenenti alle specie attese) x3 = 0

In tutti gli altri casi viene seguito un procedimento diviso in più criteri di scelta che viene descritto nelle linee guida.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Il monitoraggio ambientale, e i relativi risultati, per la determinazione dei principali parametri che inquadrano lo stato ecologico del Torrente Frigido rispettano i dettami delle Linee Guida ISPRA come da Manuale 113/2014 – "Metodi Biologici per le Acque Superficiali Interne".

RISULTATI GENERALI

1R. RISULTATI INDICE LIMeco (MACRODESCRITTORI) E CAMPIONAMENTO CHIMICO/FISICO

Area di indagine

Le stazioni di campionamento dell'indice LIMeco e del campionamento Chimico/Fisico sono state individuate in corrispondenza dei punti più significativi e/o critici, in particolare nel tratto sotteso e a valle dell'opera di scarico. I campionamenti e il conseguente calcolo dell'indice LIMeco sono stati eseguiti in regime di magra autunnale, invernale ed estiva.

Codice stazione FR _01
- stazione a valle della derivazione all'interno del tratto sotteso coord. 44°05'05''N 10°10'46''E

Codice stazione FR_02
- stazione a valle del rilascio della derivazione coord. 44°05'00''N 10°10'42''E

I dati dell'indagine sono stati rilevati direttamente da analisi sul campo e di laboratorio privato e accreditato.

Sono state eseguite tre campagne di campionamento in data 15/11/2021, 02/02/2022 e 10/06/2022.

Stazione	Codice	Data	Ora	ID	Regime idrologico
T. Frigido - Forno	FR_01	15/11/2021	10.00 AM	FR_01_01	Magra
T. Frigido - Forno	FR_02	15/11/2021	10.30 AM	FR_02_01	Magra
T. Frigido - Forno	FR_01	02/02/2022	12.00 AM	FR_01_02	Magra
T. Frigido - Forno	FR_02	02/02/2022	11.30 AM	FR_02_02	Magra
T. Frigido - Forno	FR_01	10/06/2022	8.00 AM	FR_01_03	Magra
T. Frigido - Forno	FR_02	10/06/2022	9.00 AM	FR_02_03	Magra

Tabella 1.1: campagne di monitoraggio del torrente Frigido

Riferimenti Normativi

I metodi analitici utilizzati per la determinazione dei vari analiti previsti nelle tabelle del DM 8 novembre 2010, n. 260 fanno riferimento alle più avanzate tecniche di impiego generale. Tali metodi sono tratti da raccolte di metodi standardizzati pubblicati a livello nazionale (Manuale Linee Guida ISPRA 111/2014) e internazionale e validati in accordo con la norma UNI/ISO/EN 17025. I riferimenti normativi per l'esecuzioni delle indagini sono: Decreto Legislativo n. 152/2006. Norme in materia ambientale. G.U. 88 del 14/04/2006 – suppl. ord. n. 96; UNI EN ISO 5667-1:2007 Qualità dell'acqua - Campionamento - Parte 1: Linee guida per la definizione dei programmi e delle tecniche di campionamento; UNI EN ISO 5667-3:2004 Qualità dell'acqua - Campionamento - Parte 3: Guida per la conservazione ed il maneggiamento di campioni d'acqua. La raccolta dei campioni è stata eseguita da personale addetto autorizzato e qualificato ai sensi del

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

D. Lgs. 31/2001 e del D. Lgs. 156/2006. Raccolta campioni effettuata dal Dr. Penserini Maurizio, prelevatore e analizzatore acque iscritto all'Albo "Prelevatori Qualificati Autorizzati AIPACA" numero d'ordine 00129.

Conservazione del campione

I campioni di acqua alle differenti stazioni sono state poste in bottiglie di plastica di polietilene. Il campione è stato conservato al buio ed a 4° C. Il ciclo analitico è iniziato entro una giornata dal prelievo. Le determinazioni chimico-fisiche di base sono state effettuate entro e non oltre i tempi indicati nei metodi analitici pubblicati dall'APAT & IRSA (2003). Per le sostanze prioritarie e pericolose prioritarie (decisione 2455/2001/CE) si rimanda ai metodi normati per tali sostanze riportati nelle tabelle dei risultati del laboratorio accreditato.

Figura 1.1: Fasi di laboratorio (Waterbiosciences Lab, 2022)

Qualità del campionamento

Il campionamento delle acque ha tenuto conto che la matrice è caratterizzata da una intrinseca variabilità delle caratteristiche di interesse, di tipo spaziale (sulle tre dimensioni) e temporale. Al contempo le modalità con cui un programma e/o un protocollo di campionamento sono applicati possono variare in funzione della strumentazione utilizzata nonché dell'operatore. Tali fattori incidono sulla qualità del risultato analitico finale e la loro conoscenza consente una migliore interpretazione dei risultati stessi. Per tenere per quanto possibile sotto controllo tali fattori è stato eseguito:

- seguire rigorosamente le specifiche procedure tecniche ed operative inerenti la definizione della strategia di campionamento (localizzazione delle stazioni di campionamento, stratificazione, scelta della tecnica di campionamento, definizione delle caratteristiche del campione da prelevare); si rilevano le coordinate geografiche (UTM32- WGS84);
- prelevare un numero di campioni sufficiente ad effettuare le elaborazioni necessarie (sulla base dello schema di campionamento prescelto) e di volume idoneo a condurre le misure richieste;
- osservare le specifiche procedure operative circa le modalità di conservazione e trasporto dei campioni;
- registrare per ogni campione prelevato le informazioni necessarie ad un suo riconoscimento (tracciabilità) lungo tutto il processo di misura (dal campionamento in campo fino alla analisi strumentale);

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

- considerare che, per quanto riguarda la precisione del prelievo, occorre considerare il problema della accuratezza dei dispositivi e delle condizioni di campionamento;
- tenere conto che per le sonde multiparametriche esistono dei riferimenti di precisione per alcuni sensori.

E' quindi stato opportuno individuare dei criteri oggettivi per la calibrazione di tutti i parametri, evidenziando anche le condizioni operative per raggiungere le precisioni di riferimento. In questo senso una particolare attenzione è stata rivolta alla gestione della sonda in funzione dei tempi di equilibrio e di risposta dei sensori utilizzati. Una velocità di corrente di 0.25 m/s, ad esempio, appare sufficiente, nella maggior parte dei casi, a garantire un adeguato rispetto delle velocità di scambio molecolare dell'ossigeno a livello della membrana dell'elettrodo. E' invece assolutamente sconsigliabile effettuare misure con velocità di corrente discontinue. Fenomeni di contaminazione incrociata dei campioni prelevati sono possibili (ad esempio per l'uso di tamponi per la calibrazione di elettrodi di pH, oppure per la manipolazione di soluzioni per il funzionamento di sensori ecc.) e sono stati tenuti sotto controllo affiancando al campione primario uno o più campioni di controllo (bianco di campo) sottoposti alle stesse procedure previste per il campione primario. Il "bianco di campo" può essere costituito da:
- acqua priva di contaminanti, fatta passare attraverso il campionatore (del sistema di pretrattamento, ad esempio la filtrazione) durante le operazioni di campionamento e posta nel contenitore selezionato (effetti del campionatore);
- acqua priva di contaminanti, posta nel contenitore selezionato prima di accedere alla stazione di campionamento (effetti della manipolazione, del trasporto, del contenitore).
Per una stima della ripetibilità dell'operazione di campionamento, almeno una volta a scopo indicativo sono state eseguite delle repliche di campionamento per ciascuna stazione selezionata. Su ogni campione replicato sono state eseguite misure in duplicato secondo un disegno bilanciato che consente di valutare la ripetibilità della misura nelle sue due componenti (analisi e campionamento).
Oltre ai campionamenti eseguiti presso laboratorio accreditato (Laboratorio Hyperion, Reg. Imprese 13614/96RE, ACCREDIA LAB N° 0802), sono state eseguite analisi chimico/fisiche direttamente in loco attraverso l'utilizzo di strumentazione certificata. Le misurazioni sono state effettuate con strumentazione: Ossimetro digitale (YSI – PR20 Professional series); HI98129/HI98130 Combo pH/TDS/EC Hanna Instruments; HI98193 Dissolved Oxygen BOD/OUR/SOUR Temperature Portable Meter Hanna Instruments; test kit HI3824 Hanna Instrument per ammoniaca (NH_3-N), test kit Hi3873 Hanna Instrument per nitrati (NO_3-N) e test kit Hi3833 Hanna Instrument per fosfati (PO_4^{3-}), Fotometro da banco Multiparametro e COD Hanna Instruments HI83099-02. I metodi standard di analisi sono riportati sul manuale MAN83099iR2 10/12 depositato presso Hanna Instruments® USA. Tali indagini hanno così potuto incrementare il valore di affidabilità confermando i dati del laboratorio e quantitativi dei parametri investigati.

Durante la campagna di indagine è stato effettuato un monitoraggio di eventuali scarichi immissari nel tratto sotteso alla derivazione. Non sono stati rilevati ingressi di affluenti o scarichi nel tratto sotteso alla derivazione idroelettrica.

Risultati delle campagne di analisi
Nella tabella seguente sono riportati i risultati dei campionamenti effettuati.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Stazione	Codice	Data	Ora	ID	Regime idrologico	Meteo	T° Aria	T° acqua	pH	Cond. Spec.	Ca	Mg	Na	K	Escherichia coli
							°C	°C	unità di pH	µS/cm a 20° C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	UFC/100 ml
T. Frigido - Forno	FR_01	15/11/2021	10.00 AM	FR_01_01	Magra	Coperto	7.2	9.8	8.04	288	88	8.3	6.2	0.72	6
T. Frigido - Forno	FR_02	15/11/2021	10.30 AM	FR_02_01	Magra	Coperto	7.3	9.7	8.04	284	88	8.3	6.2	0.73	6
T. Frigido - Forno	FR_01	02/02/2022	12.00 AM	FR_01_02	Magra	Sereno	2.5	7.1	8.05	286	95	8.7	7.1	0.71	6
T. Frigido - Forno	FR_02	02/02/2022	11.30 AM	FR_02_02	Magra	Sereno	2.3	7.1	8.05	274	97	8.9	7.0	0.90	5
T. Frigido - Forno	FR_01	10/06/2022	8.00 AM	FR_01_03	Magra	Sereno	24.4	11.4	8.16	312	95	8.8	7.2	0.91	8
T. Frigido - Forno	FR_02	10/06/2022	9.00 AM	FR_02_03	Magra	Sereno	25.2	11.5	8.11	316	94	8.95	7.2	0.90	9

ID	Alcalinità	Solidi sospesi	B_O_D_ 5	C_O_D_	O2 disc.	O2 sat	PO4-P	P tot	N-NH4	N-NO3	Cloruri	Solfati	Cr	Pb	Cu	Zn
	Ca (HCO3)2 mg/L	mg/L	O2 mg/L	O2 mg/L	O2 mg/L	%	P mg/L	P tot	mg/L	mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
FR_01_01	129	<5	<2	<4	10.8	101	<0.01	0.01	0.02	<0.2	4.8	26	0.02	<0.1	<0.1	<0.05
FR_02_01	130	<5	<2	<4	10.8	101	<0.01	0.01	0.02	<0.2	4.8	26	0.02	<0.1	<0.1	<0.05
FR_01_02	170	<5	<2	<4	11.7	101	<0.01	<0.01	<0.02	<0.2	4.8	29	0.02	<0.1	<0.1	<0.05
FR_02_02	178	12	<2	<4	11.2	103	<0.01	<0.01	<0.02	<0.2	4.8	30	0.02	<0.1	<0.1	<0.05
FR_01_03	176	12	<2	<4	10.1	102	<0.01	<0.01	<0.02	<0.2	5.1	30	0.02	<0.1	<0.1	<0.05
FR_02_03	177	13	<2	<4	10.2	103	<0.01	<0.01	<0.02	<0.2	5.1	30	0.02	<0.1	<0.1	<0.05

Tabella 1.2: risultati dell'analisi delle acque effettuate dal Laboratorio Hyperion in Località Forno sul Torrente Frigido nel tratto sotteso alla derivazione (FR_01), e a valle dell'opera di rilascio (FR_02).

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Nella tabella seguente sono riportati i valori medi dei punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella Tabella 4.1.2/a del DM.260/10 per il calcolo dell'Indice LIMeco.

Parametro		Media dei punteggi	
		FR_01	FR_02
100-O2% sat	punteggio	1	1
N-NH4 (mg/l)		0.95	0.95
N-NO3 (mg/l)		0.95	0.95
Fosforo tot (µg/l)		0.95	0.95
Media dei Punteggi		0.962	0.962
Stato		Elevato	Elevato
Valore LIMeco medio complessivo T. Frigido		0,962	

Tabella 1.3: valore di LIMeco del Torrente Frigido Loc. Forno, biennio 2021/2022.

Dai valori medi di punteggio attribuiti alle singole campagne è possibile calcolare il valore di LIMeco complessivo del Torrente Frigido per il biennio 2021/2022 nel tratto indagato. Il risultato ottenuto è il valore di **0.962** punti corrispondente ad un giudizio di qualità di Stato **ELEVATO** (tabella 4.1.2/b del DM. 260/10).
È stata eseguita anche un'indagine delle sostane prioritarie e non prioritarie della tabella 1/A e 1/B del D.M. 260/2010. Non sono stati rilevati parametri significativi.

Facendo riferimento alla Tabella 1/A dell'Allegato 2 della parte terza D.Lgs. 152/2006 è possibile classificare il corso d'acqua dolce superficiale nelle categorie A1, A2 o A3, che indicano, a loro volta, la tipologia di trattamento necessario per la potabilizzazione:
- A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;
- A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinazione e disinfezione.

Tali parametri supportano e avvalorano il dato ottenuto dall'indagine LIMeco.

T° acqua	pH	Cond. Spec.	Solidi sospesi	B_O_D_ 5	C_O_D_	O_2 disc.	O_2 sat	PO_4-P	P tot
°C	unità di pH	µS/cm a 20° C	mg/L	O_2 mg/L	O_2 mg/L	O_2 mg/L	%	P mg/L	P mg/L
A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1

$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	Cloruri	Solfati	Cr	Pb	Cu	Zn	Escherichia coli	AZOTO TOTALE
mg/L	mg/L	Cl mg/L	SO_4 mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	UFC/100 mL	N mg/L
A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1

Tabella 1.4: risultati dell'applicazione della Tabella 1/A dell'Allegato 2 della parte terza D.Lgs. 152/2006 ai parametri chimici e chimico/fisici analizzati

I parametri del Torrente Frigido rientrano tutti nella categoria A1 (tra cui pH, temperatura, conduttività, nitrati, fosfati, cloruri, COD e tasso di saturazione dell'OD).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Facendo riferimento alla Tabella 1/B dell'Allegato 2 della parte terza D.Lgs. 152/2006, è possibile valutare se un corso d'acqua dolce superficiale è adatto alla vita e, di conseguenza, alla coltivazione delle specie ittiche sopra citate. Le acque del Torrente Frigido rispettano, per i vari parametri, i limiti di legge e quindi sono idonee alla vita dei salmonidi e dei ciprinidi.

Parametri	Salmonidi	Ciprinidi
T° acqua	i	i
pH	i	i
Cond. Spec.	i	i
Solidi sospesi	i	i
B_O_D_ 5	i	i
C_O_D_	i	i
O_2 disc.	i	i
PO4-P	i	i
P tot	i	i
$N\text{-}NH_4$	i	i
$N\text{-}NO_3$	i	i
Cloruri	i	i
Solfati	i	i
Cr	i	i
Pb	i	i
Cu	i	i
Zn	i	i
Azoto Totale	i	i

Tabella 1.5 : Conformità in riferimento alla Tabella 1/B dell'Allegato 2 della parte terza D.Lgs. 152/2006 per la vita dei salmonidi e ciprinidi nel Torrente Frigido loc. Forno.

Come è possibile notare tutti i parametri risultano idonei alla vita dei salmonidi e dei ciprinidi.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

2R.CALCOLO DELL'IBE E DELL'INDICE MULTI HABITAT PARAMETRICO STAR_ICMI

La qualità biologica del Torrente Frigido, in loc. Forno comune di Massa è stata indagata mediante l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) e il metodo multi-habitat parametrico STAR ICMi come indicato tra i parametri per la valutazione degli Elementi di Qualità Biologica (EQB).
È stata eseguita una prima campagna di indagine dei Macroinvertebrati nell'autunno 2021 e ripetuta nell'inverno ed estate 2022.
I campionamenti sono stati eseguiti con portate di magra. La tabella seguente riporta il calendario dei campionamenti eseguiti e le condizioni di portata presente al campionamento.

Stazione	Codice	Data	Ora	ID	Regime idrologico	Meteo	T° Aria	T° acqua	pH	Cond. Spec.
							°C	°C	unità di pH	µS/cm a 20° C
T. Frigido - Forno	FR_01	15/11/2021	10.00 AM	FR_IBE_01_01	Magra	Coperto	7.2	9.8	8.04	288
T. Frigido - Forno	FR_02	15/11/2021	10.30 AM	FR_IBE_02_01	Magra	Coperto	7.3	9.7	8.04	284
T. Frigido - Forno	FR_01	02/02/2022	12.00 AM	FR_IBE_01_02	Magra	Sereno	2.5	7.1	8.05	286
T. Frigido - Forno	FR_02	02/02/2022	11.30 AM	FR_IBE_02_02	Magra	Sereno	2.3	7.1	8.05	274
T. Frigido - Forno	FR_01	10/06/2022	8.00 AM	FR_IBE_01_03	Magra	Sereno	24.4	11.4	8.16	312
T. Frigido - Forno	FR_02	10/06/2022	9.00 AM	FR_IBE_02_03	Magra	Sereno	25.2	11.5	8.11	316

Tabella 2.1: stazioni di campionamento macroinvertebrati biennio 2021/2022

Al fine di rendere più significativo l'intero studio ecologico, i campionamenti dei macrodescrittori e dei macroinvertebrati sono stati eseguiti contemporaneamente e nelle medesime stazioni.

Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

L'Indice Biotico Esteso rappresenta una rielaborazione dell' "Extended Biotic Index" (E.B.I.) adattato da Ghetti nel 1986 per la sua applicazione a tutti i corsi d'acqua italiani.
Esso è un indicatore dell'effetto della qualità chimica e chimico-fisica delle acque mediante l'analisi delle popolazioni di fauna macrobentonica che vivono nell'alveo dei fiumi. Si basa essenzialmente sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza complessiva in specie della comunità di macroinvertebrati.
Se le analisi chimico-fisiche evidenziano le alterazioni dei corsi d'acqua in relazione alla presenza degli inquinanti, le indagini per l'indice biotico tendono a mettere in risalto gli effetti degli inquinanti sulla comunità degli organismi che ci vivono. L'ambiente acquatico costituisce l'habitat naturale di numerose comunità animali e vegetali, tra queste la comunità dei macroinvertebrati, composta da organismi molto diversi (insetti, in particolare larve, crostacei, molluschi) ma tutti di piccole dimensioni (da 0.5 mm a qualche cm). I macroinvertebrati bentonici sono organismi che vivono sulla superficie dei substrati di cui è costituito il letto fluviale (epibentonici) o all'interno dei sedimenti (freaticoli).
Questo gruppo di animali è ottimo per la valutazione ecologica dell'ecosistema fluviale per i seguenti motivi:

- presentano una scarsissima mobilità e trascorrono la maggior parte del loro ciclo vitale in acqua. Pertanto sono in grado di rispondere, con variazioni nei classici parametri di comunità (abbondanza, ricchezza tassonomica), alle alterazioni naturali (fenomeni di piena, di magra, ecc.) o indotte dall'impatto delle attività umane;
- occupano tutti i livelli della rete alimentare (detritivori, erbivori, carnivori);

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

- sono facilmente campionabili mediante un apposito retino immanicato o surber;
- si determinano facilmente a livello di famiglia e/o genere mediante l'ausilio di apposite chiavi dicotomiche e guide (Ghetti, 1997; Sansoni, 1988).

Un corso d'acqua non inquinato è caratterizzato dalla presenza di specie sensibili all'inquinamento ed alla carenza di ossigeno, in quello inquinato invece riusciranno a sopravvivere solo le specie più resistenti. Quindi la biodiversità dei macroinvertebrati dipende direttamente dalla qualità dell'acqua e dalla diversità e struttura del substrato, cioè dallo stato più o meno naturale del corso d'acqua. Una degradazione (o un risanamento) della qualità biologica di un corso d'acqua si ripercuote così rapidamente sulla diversità dei macroinvertebrati. Questi aspetti offrono la possibilità di ottenere un indice biotico che attesti la qualità del corso d'acqua.
L'applicazione dell'I.B.E. prevede innanzitutto la definizione degli obiettivi dell'indagine. Il successivo studio preliminare del corso d'acqua risulta di cruciale importanza per poter identificare i punti maggiormente idonei per effettuare il campionamento.
In campo si procede con la raccolta dei macroinvertebrati per la formulazione dell'I.B.E. seguendo i seguenti passaggi: si individua un transetto, perpendicolare alla direzione della corrente, in cui siano presenti il maggior numero di microhabitat del corso d'acqua; si posiziona il retino immanicato o Surber (Fig.2.1) controcorrente, ben aderente al substrato; si smuove il sedimento di fondo con mani e piedi, al fine di convogliare i macroinvertebrati nel retino e quindi nel raccoglitore; si ripete l'operazione più volte lungo tutto il transetto.

Figura 2.1: monitoraggio della cenosi a macroinvertebrati bentonici mediante l'ausilio del retino Surber. Foto scattata il 02 febbraio 2022 durante i monitoraggi di magra lungo il Torrente Frigido.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Figura 2.2: bacinella per la separazione e determinazione del materiale in campo.

Il materiale raccolto viene versato in una bacinella bianca (Fig.2.2) dal fondo piatto per una prima separazione e determinazione del materiale raccolto. Gli organismi più rappresentativi della comunità vengono messi in alcool al 70%, portati in laboratorio e visionati allo stereoscopio per una conferma definitiva della classificazione.

L'Indice Biotico Esteso consente di diagnosticare la Classe di Qualità di un corso d'acqua in base a 5 classi, indicate in numeri romani. L' I.B.E. classifica la qualità di un fiume su di una scala che va da 1 (massimo degrado) a 12-13 (qualità ottimale). Per calcolare questo indice si utilizza una tabella a due entrate in cui nella prima entrata orizzontale, di tipo qualitativo, sono riportate le unità sistematiche che dall'alto al basso, segnalano una minore sensibilità all'inquinamento; nella seconda entrata, verticale, si inseriscono la quantità di unità sistematiche trovate (Tab.2.2). L'incrocio tra l'ingresso orizzontale e verticale si traduce in un giudizio numerico indicante la risposta della comunità di organismi alla qualità dell'ambiente fluviale.

Inoltre viene indicato per il calcolo dell'I.B.E. un numero minimo di individui, sotto il quale il gruppo faunistico trovato non conta come unità sistematica.

Questi numeri minimi sono stati stabiliti in base alla probabilità di un individuo di *driftare* ed in base al ruolo trofico del rispettivo gruppo faunistico. Così, ad esempio, il numero minimo richiesto per gli organismi con sistemi di ancoraggio è basso, lo stesso vale per gli organismi predatori, in quanto i numeri di individui diminuiscono verso l'apice della piramide alimentare.

La conversione degli indici biotici in classi di qualità ed il significato di queste ultime viene rappresentato nella tabella seguente.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Taxa che determinano l'ingresso orizzontale in tabella		Numero totale delle U.S. (Unità Sistematiche): ingresso verticale								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecoptera Leuctra°	più di una U.S. una sola U.S.	- -	- -	8 7	9 8	10 9	11 10	12 11	13* 12	14* 13*
Ephemeroptera escluso Baetidae, Caenidae°°	più di una U.S. una sola U.S.	- -	- -	7 6	8 7	9 8	10 9	11 10	12 11	- -
Trichoptera e Baetidae, Caenidae	più di una U.S. una sola U.S.	- -	5 4	6 5	7 6	8 7	9 8	10 9	11 10	- -
Gammaridae e/o Atiidae e/o Palaemonidae	tutte le U. S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidae e/o Niphargidae	tutte le U. S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligochaeta o Chironomidae	tutte le U. S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	tutte le U. S. sopra assenti	0	1	-	-	-	-	-	-	-

NOTE
°nelle comunità in cui Leuctra è presente come unico taxon di Plecoptera e sono contemporaneamente assenti gli Ephemeroptera (o presenti solo Baetidae e Caenidae), Leuctra deve essere considerata al livello di Trichoptera 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 Trichoptera
- 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. (per es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme)
* questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane

Tabella 2.2: tabella a doppia entrata per il calcolo del valore I.B.E.

Classe di qualità	Indice Biotico (I.B.E.)	Giudizio di qualità dell'acqua	Colore
classe di qualità I	10-11-12...	non inquinato o non alterato in modo sensibile	azzurro
classe di qualità II	8-9	alcuni effetti di inquinamento evidenti	verde
classe di qualità III	6-7	inquinato o comunque alterato	giallo
classe di qualità IV	4-5	molto inquinato o comunque molto alterato	arancione
classe di qualità V	1-2-3	fortemente inquinato e fortemente alterato	rosso

Tabella 2.3: classi di qualità e corrispondente giudizio di qualità dell'acqua

L'Indice Biotico Esteso, sebbene sia utilizzabile per la valutazione della qualità biologica di tutti i corsi d'acqua italiani non deve essere applicato nel periodo immediatamente successivo ad una asciutta o ad una forte piena.
Per ogni stazione di campionamento è stata considerata una lunghezza di circa 25 m. I campionamenti sono stati svolti in condizioni buone per il monitoraggio della cenosi a macroinvertebrati bentonici.

Calcolo dell'indice multi habitat parametrico STAR_ICMi

Nelle stazioni di campionamento è stato inoltre effettuato un monitoraggio della cenosi a macroivertebrati bentonici seguendo un approccio quali-quantitativo al fine di calcolare l'indice STAR_ICMi.
Il metodo di campionamento utilizzato è di tipo multihabitat proporzionale (Buffagni & Erba,. 2007). Il prelievo quantitativo di macroinvertebrati è stato effettuato su una superficie nota in modo proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato.

Nel caso specifico del tratto di Torrente Frigido interessato dalle azioni di progetto non erano presenti microhabitat biotici (ad esempio: alghe, macrofite, materiale legnoso, film batterici, ecc.).
Il monitoraggio è pertanto avvenuto nei microhabitat minerali (Tab.8).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Lo strumento utilizzato per il campionamento è un retino Surber. La superficie di campionamento è di 0,1 m^2. Ogni campione prelevato è costituito da 10 repliche distribuite proporzionalmente tra i microhabitat e le tipologie di flusso, con una superficie totale di campionamento di 1 m^2.
Sul materiale raccolto si procede in campo ad un primo riconoscimento e conteggio. La determinazione viene effettuata a livello di famiglia e in alcuni casi a livello di genere e completata in laboratorio tramite microscopio stereoscopico o microscopio ottico qualora ritenuto necessario (Fig.2.3). Per l'identificazione degli organismi sono utilizzate differenti chiavi dicotomiche. Vengono compilati elenchi faunistici e riportate le abbondanze dei taxa rinvenuti.

Figura 2.3: determinazione dei macroinvertebrati campionati durante i monitoraggi lungo il Torrente Frigido.

Le metriche (Tab.9), una volta calcolate, devono essere normalizzate, ovvero, il valore osservato deve essere suddiviso per il valore della metrica che rappresenta le condizioni di riferimento (fornito dal D.M. 260/2010). Il risultato, espresso tra 0 e 1, è chiamato RQE (Rapporto di Qualità Ecologica) e deve essere moltiplicato per il peso attribuito ad ogni metrica. L'indice multimetrico finale è ottenuto dalla somma delle sei metriche normalizzate e moltiplicate per il proprio peso. Dopo il calcolo della media ponderata, il valore risultante viene nuovamente normalizzato con il valore proposto dal decreto, ottenendo così lo STAR_ ICMi.
Il codice di riferimento per il tratto di corso d'acqua indagato è **10SS2-M1**; in quanto l'Idro-ecoregione è quella dell'Appennino Settentrionale (**10**), l'origine del corso d'acqua è a scorrimento superficiale (**SS**), la lunghezza del fiume è compresa tra 0 e i 25 km (**1/2**) e il macrotipo fluviale corrisponde a fiumi molto piccoli e piccoli delle Alpi Mediterranee, dell'Appennino Settentrionale e a Sud del Po (**M1**). Pertanto le metriche di riferimento (RQE) e i giudizi di qualità sono quelli riportati nella Tabella 10.
L'indice è stato calcolato mediante l'ausilio del foglio di calcolo elaborato dal CREST – Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio, via Caprera, 15, 10136 Torino (www.crestsnc.it).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

RISULTATI

Il campionamento dei macroinvertebrati bentonici effettuato è stato indispensabile per valutare la qualità biologica del Torrente Frigido. Qui di seguito verranno illustrati in sintesi tutti i risultati ottenuti nelle stazioni di campionamento.
Oltre allo studio qualitativo della cenosi a macroinvertebrati bentonici, fondamentale per il calcolo dell'I.B.E., è stata effettuata inoltre una seconda indagine quali-quantitativa propedeutica per l'applicazione del metodo multi-habitat proporzionale STAR_ICMi. Di seguito sono riportate le schede sintetiche di campionamento IBE e STAR_ICMi. Nel caso fosse necessario è possibile fornire tutte le schede di campionamento e calcolo utilizzate per la raccolta dei dati riportati ufficialmente in questo studio ecologico.

Qui di seguito verranno illustrati i risultati ottenuti nelle stazioni di campionamento.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

LOCALIZZAZIONE	
CORSO D'ACQUA	T. Frigido
BACINO	Frigido
CODICE TIPO	10SS2M1
CARATTERISTICHE GENERALI	
LOCALITÀ	Stazione FR01 – Tratto sotteso derivazione Loc. Forno
DATA	15/11/2021
STATO IDROLOGICO	Magra
CONDIZIONI METEO	Sereno
ORA	12.00
ALTITUDINE	185
LARGHEZZA ALVEO DI PIENA	15.6 m
LARGHEZZA ALVEO BAGNATO	3.3 m
PROFONDITÀ	35/55 cm
VEGETAZIONE ACQUATICA	Feltro sottile
VEGETAZIONE TERRESTRE	Bosco e arbusti
GRANULOMETRIA DEL FONDO	Massi, sassi, ciottoli
COMPONENTI ORGANICI	Ove visibili strutture grossolane
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O_2ppm: 10.8 O_2%: 101 T°C: 9.8 pH: 8.04
AREA CAMPIONABILE	>65% della superficie disponibile

MACROINVERTEBRATI DETERMINATI

Taxa	Cat. Sistematica	Nome Scientifico e abbondanza
PLECOTTERI	Genere	*Amphinemura 6/m^2, Leuctra 117/m^2, Nemoura 2/m^{2*} Protonemoura 4/m^2*
EFEMEROTTERI	Genere	*Baetis 210/m^2, Ecdyonurus 83/m^2, Electrogena 12/m^2, Ephemerella 9/m^2, Habroleptoides 30/m^2*
TRICOTTERI	Famiglia	*Brachycentridae 1/m^{2*}, Goeridae 2/m^2, Hydropsychidae 8/m^2, Hydroptilidae 1/m^{2*}, Rhyacophilidae 5/m^2*
COLEOTTERI	Famiglia	*Dytiscidae 7/m^2, Elminthidae 16/m^2, Helodidae 1/m^{2*}, Hydraenidae 0/m^2*
DITTERI	Famiglia	*Athericidae 1/m^{2*}, Ceratopogonidae 1/m^{2*}, Chironomidae 22/m^2, Limoniidae 10/m^2, Simulidae 8/m^2, Stratiomydae 1/m^{2*}, Tipulidae 1/m^{2*}*
CROSTACEI	Famiglia	
OLIGOCHETI	Famiglia	*Lumbricidae 4/m^2, Tubificidae 6/m^2*
TRICLADI	Famiglia	
GASTEROPODI	Famiglia	*Ancylus 7/m^2, Bythiniidae 5/m^2*
ALTRI	Genere	

RISULTATI	
UNITÀ SISTEMATICHE VALIDE	20
I.B.E.	10
CLASSE DI QUALITÀ	I
GIUDIZIO DI QUALITÀ	Non inquinato o non alterato in modo sensibile
INDICE STAR_ICMI	0,849
CLASSE GIUDIZIO STAR_ICMI	2

Commenti: la comunità rinvenuta corrisponde alle attese, in quanto si accorda con una comunità di riferimento da substrato con prevalenza massi e sassi. Il numero di unità sistematiche è risultato inferiore alle attese a causa della stagione di campionamento. La presenza di diversi taxa di Plecotterae testimonia l'alta potenzialità biotica del tratto di fiume e la scarsa presenza di pressioni antropiche, zootecniche o industriali. La comunità ha espresso un valore di IBE pari a 10, un valore di Indice STAR_ICMi di 0,849 il che pone attualmente questo tratto in Classe di Qualità I e Giudizio di Qualità BUONO.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Dott. Maurizio Penserini **Via Roma 10, 42032, Collagna Reggio Emilia www.waterbiosciences.it – P.Iva 02428580357 – cell. 3342680045**

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

LOCALIZZAZIONE	
CORSO D'ACQUA	T. Frigido
BACINO	Frigido
CODICE TIPO	10SS2M1
CARATTERISTICHE GENERALI	
LOCALITÀ	Stazione FR02 – Tratto a valle del rilascio Loc. Forno
DATA	15/11/2021
STATO IDROLOGICO	Magra
CONDIZIONI METEO	Sereno
ORA	12.00
ALTITUDINE	174
LARGHEZZA ALVEO DI PIENA	15.4 m
LARGHEZZA ALVEO BAGNATO	5.7 m
PROFONDITÀ	35/55 cm
VEGETAZIONE ACQUATICA	Feltro sottile
VEGETAZIONE TERRESTRE	Bosco e arbusti
GRANULOMETRIA DEL FONDO	Massi, sassi, ciottoli
COMPONENTI ORGANICI	Ove visibili strutture grossolane
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O_2ppm: 10.8 O_2%: 101 T°C: 9.7 pH: 8.04
AREA CAMPIONABILE	>65% della superficie disponibile

MACROINVERTEBRATI DETERMINATI

Taxa	Cat. Sistematica	Nome Scientifico e abbondanza
PLECOTTERI	Genere	*Amphinemura 8/m^2, Leuctra 98/m^2, Nemoura 3/m^{2*} Protonemoura 5/m^2*
EFEMEROTTERI	Genere	*Baetis 173/m^2, Caenis 2/m^{2*}, Ecdyonurus 71/m^2, Electrogena 9/m^2, Ephemerella 8/m^2, Habroleptoides 36/m^2*
TRICOTTERI	Famiglia	*Brachycentridae 2/m^2, Goeridae 1/m^{2*}, Hydropsychidae 14/m^2, Hydroptilidae 1/m^{2*}, Rhyacophilidae 9/m^2*
COLEOTTERI	Famiglia	*Dytiscidae 9/m^2, Elminthidae 22/m^2, Helodidae 1/m^{2*}, Hydraenidae 1/m^{2*}*
DITTERI	Famiglia	*Athericidae 2/m^2, Ceratopogonidae 1/m^{2*}, Chironomidae 37/m^2, Limoniidae 13/m^2, Simulidae 7/m^{2*}, Stratiomydae 0/m^{2*}, Tipulidae 1/m^{2*}*
CROSTACEI	Famiglia	
OLIGOCHETI	Famiglia	*Lumbriculidae 3/m^2, Naididae 5/m^2, Tubificidae 0/m^2*
TRICLADI	Famiglia	
GASTEROPODI	Famiglia	*Ancylus 9/m^2, Bythiniidae 6/m^2*
ALTRI	Genere	

RISULTATI

UNITÀ SISTEMATICHE VALIDE	20
I.B.E.	10
CLASSE DI QUALITÀ	I
GIUDIZIO DI QUALITÀ	Non inquinato o non alterato in modo sensibile
INDICE STAR_ICMI	0,877
CLASSE GIUDIZIO STAR_ICMI	2

Commenti: la comunità rinvenuta corrisponde alle attese, in quanto si accorda con una comunità di riferimento da substrato con prevalenza massi e sassi. Il numero di unità sistematiche è risultato inferiore alle attese a causa della stagione di campionamento. La presenza di diversi taxa di Plecotterae testimonia l'alta potenzialità biotica del tratto di fiume e la scarsa presenza di pressioni antropiche, zootecniche o industriali. La comunità ha espresso un valore di IBE pari a 10, un valore di Indice STAR_ICMi di 0,877 il che pone attualmente questo tratto in Classe di Qualità I e Giudizio di Qualità BUONO.

Dott. Maurizio Penserini **Via Roma 10, 42032, Collagna Reggio Emilia www.waterbiosciences.it – P.Iva 02428580357 – cell. 3342680045**

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

LOCALIZZAZIONE	
CORSO D'ACQUA	T. Frigido
BACINO	Frigido
CODICE TIPO	10SS2M1
CARATTERISTICHE GENERALI	
LOCALITÀ	Stazione FR01 – Tratto sotteso derivazione Loc. Forno
DATA	02/02/2022
STATO IDROLOGICO	Magra
CONDIZIONI METEO	Sereno
ORA	12.00
ALTITUDINE	185
LARGHEZZA ALVEO DI PIENA	15.6 m
LARGHEZZA ALVEO BAGNATO	3.5 m
PROFONDITÀ	35/55 cm
VEGETAZIONE ACQUATICA	Feltro sottile
VEGETAZIONE TERRESTRE	Bosco e arbusti
GRANULOMETRIA DEL FONDO	Massi, sassi, ciottoli
COMPONENTI ORGANICI	Ove visibili strutture grossolane
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O_2ppm: 11.7 O_2%: 101 T°C: 7.1 pH: 8.05
AREA CAMPIONABILE	>65% della superficie disponibile

MACROINVERTEBRATI DETERMINATI

Taxa	Cat. Sistematica	Nome Scientifico e abbondanza
PLECOTTERI	Genere	*Amphinemura 4/m^2, Leuctra 89/m^2, Nemoura 4/m^2, Protonemoura 3/m^{2*}*
EFEMEROTTERI	Genere	*Baetis 103/m^2, Ecdyonurus 32/m^2, Electrogena 7/m^2, Ephemerella 5/m^{2*}, Habroleptoides 29/m^2*
TRICOTTERI	Famiglia	*Brachycentridae 2/m^2, Goeridae 4/m^2, Hydropsychidae 6/m^2, Hydroptilidae 0/m^{2*}, Rhyacophilidae 4/m^2*
COLEOTTERI	Famiglia	*Dytiscidae 1/m^{2*}, Elminthidae 13/m^2, Helodidae 1/m^{2*}, Hydraenidae 3/m^2*
DITTERI	Famiglia	*Athericidae 3/m^2, Ceratopogonidae 6/m^2, Chironomidae 6/m^{2*}, Limoniidae 11/m^2, Simulidae 6/m^{2*}, Stratiomydae 2/m^2, Tipulidae 0/m^{2*}*
CROSTACEI	Famiglia	
OLIGOCHETI	Famiglia	*Lumbricidae 0/m^2, Naididae 4/m^2, Tubificidae 0/m^2*
TRICLADI	Famiglia	*Dugesia 2/m^2*
GASTEROPODI	Famiglia	*Ancylus 8/m^2*
ALTRI	Genere	

RISULTATI	
UNITÀ SISTEMATICHE VALIDE	20
I.B.E.	10
CLASSE DI QUALITÀ	I
GIUDIZIO DI QUALITÀ	Non inquinato o non alterato in modo sensibile
INDICE STAR_ICMI	0,862
CLASSE GIUDIZIO STAR_ICMI	2

Commenti: la comunità rinvenuta corrisponde alle attese, in quanto si accorda con una comunità di riferimento da substrato con prevalenza massi e sassi. Il numero di unità sistematiche è risultato inferiore alle attese a causa della stagione di campionamento. La presenza di diversi taxa di Plecotterae testimonia l'alta potenzialità biotica del tratto di fiume e la scarsa presenza di pressioni antropiche, zootecniche o industriali. La comunità ha espresso un valore di IBE pari a 10, un valore di Indice STAR_ICMi di 0,862 il che pone attualmente questo tratto in Classe di Qualità I e Giudizio di Qualità BUONO.

Dott. Maurizio Penserini Via Roma 10, 42032, Collagna Reggio Emilia www.waterbiosciences.it – P.Iva 02428580357 – cell. 3342680045

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

LOCALIZZAZIONE	
CORSO D'ACQUA	T. Frigido
BACINO	Frigido
CODICE TIPO	10SS2M1
CARATTERISTICHE GENERALI	
LOCALITÀ	Stazione FR02 – Tratto a valle del rilascio Loc. Forno
DATA	02/02/2022
STATO IDROLOGICO	Magra
CONDIZIONI METEO	Sereno
ORA	13.00
ALTITUDINE	174
LARGHEZZA ALVEO DI PIENA	15.4 m
LARGHEZZA ALVEO BAGNATO	5.5 m
PROFONDITÀ	35/55 cm
VEGETAZIONE ACQUATICA	Feltro sottile
VEGETAZIONE TERRESTRE	Bosco e arbusti
GRANULOMETRIA DEL FONDO	Massi, sassi, ciottoli
COMPONENTI ORGANICI	Ove visibili strutture grossolane
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O_2ppm: 11.2 O_2%: 103 T°C: 7.1 pH: 8.05
AREA CAMPIONABILE	>65% della superficie disponibile

MACROINVERTEBRATI DETERMINATI

Taxa	Cat. Sistematica	Nome Scientifico e abbondanza
PLECOTTERI	Genere	*Amphinemura 5/m^2, Leuctra 72/m^2, Nemoura 3/m^{2*} Protonemoura 2/m^{2*}*
EFEMEROTTERI	Genere	*Baetis 81/m^2, Caenis 0/m^{2*}, Ecdyonurus 57/m^2, Electrogena 8/m^2, Ephemerella 4/m^{2*}, Habroleptoides 26/m^2*
TRICOTTERI	Famiglia	*Brachycentridae 1/m^{2*}, Goeridae 5/m^2, Hydropsychidae 10/m^2, Hydroptilidae 0/m^{2*}, Rhyacophilidae 5/m^2*
COLEOTTERI	Famiglia	*Dytiscidae 1/m^{2*}, Elminthidae 17/m^2, Helodidae 1/m^{2*}, Hydraenidae 5/m^2*
DITTERI	Famiglia	*Athericidae 4/m^2, Ceratopogonidae 5/m^2, Chironomidae 21/m^2, Limoniidae 10/m^2, Simulidae 3/m^{2*}, Stratiomydae 2/m^2, Tipulidae 1/m^{2*}*
CROSTACEI	Famiglia	
OLIGOCHETI	Famiglia	*Lumbriculidae 0/m^2, Naididae 5/m^2, Tubificidae 0/m^2*
TRICLADI	Famiglia	
GASTEROPODI	Famiglia	*Ancylus 8/m^2*
ALTRI	Genere	

RISULTATI	
UNITÀ SISTEMATICHE VALIDE	19
I.B.E.	10
CLASSE DI QUALITÀ	I
GIUDIZIO DI QUALITÀ	Non inquinato o non alterato in modo sensibile
INDICE STAR_ICMI	0,873
CLASSE GIUDIZIO STAR_ICMI	2

Commenti: la comunità rinvenuta corrisponde alle attese, in quanto si accorda con una comunità di riferimento da substrato con prevalenza massi e sassi. Il numero di unità sistematiche è risultato inferiore alle attese a causa della stagione di campionamento. La presenza di diversi taxa di Plecotterae testimonia l'alta potenzialità biotica del tratto di fiume e la scarsa presenza di pressioni antropiche, zootecniche o industriali. La comunità ha espresso un valore di IBE pari a 10, un valore di Indice STAR_ICMi di 0,873 il che pone attualmente questo tratto in Classe di Qualità I e Giudizio di Qualità BUONO.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

LOCALIZZAZIONE	
CORSO D'ACQUA	T. Frigido
BACINO	Frigido
CODICE TIPO	10SS2M1
CARATTERISTICHE GENERALI	
LOCALITÀ	Stazione FR01 – Tratto sotteso derivazione Loc. Forno
DATA	10/06/2022
STATO IDROLOGICO	Magra
CONDIZIONI METEO	Sereno
ORA	9.00
ALTITUDINE	185
LARGHEZZA ALVEO DI PIENA	15.6 m
LARGHEZZA ALVEO BAGNATO	3.1 m
PROFONDITÀ	35/55 cm
VEGETAZIONE ACQUATICA	Feltro sottile
VEGETAZIONE TERRESTRE	Bosco e arbusti
GRANULOMETRIA DEL FONDO	Massi, sassi, ciottoli
COMPONENTI ORGANICI	Ove visibili strutture grossolane
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O_2ppm: 10.1 O_2%: 102 T°C: 11.4 pH: 8.16
AREA CAMPIONABILE	>65% della superficie disponibile

MACROINVERTEBRATI DETERMINATI

Taxa	Cat. Sistematica	Nome Scientifico e abbondanza
PLECOTTERI	Genere	*Amphinemura 7/m^2, Leuctra 126/m^2, Nemoura 3/m^{2*}, Protonemoura 7/m^2*
EFEMEROTTERI	Genere	*Baetis 131/m^2, Caenis 3/m^{2*}, Ecdyonurus 67/m^2, Electrogena 15/m^2, Ephemerella 7/m^{2*}, Habroleptoides 24/m^2*
TRICOTTERI	Famiglia	*Brachycentridae 1/m^{2*}, Goeridae 1/m^{2*}, Hydropsychidae 9/m^2, Hydroptilidae 1/m^{2*}, Philopotamidae 1/m^{2*}, Rhyacophilidae 7/m^2*
COLEOTTERI	Famiglia	*Dytiscidae 5/m^2, Elminthidae 17/m^2, Helodidae 1/m^{2*}, Hydraenidae 4/m^2*
DITTERI	Famiglia	*Athericidae 4/m^2, Ceratopogonidae 18/m^2, Chironomidae 36/m^{2*}, Limoniidae 12/m^2, Simulidae 5/m^{2*}, Stratiomydae 1/m^{2*}, Tipulidae 1/m^{2*}*
CROSTACEI	Famiglia	
OLIGOCHETI	Famiglia	*Lumbricidae 2/m^2, Naididae 0/m^2, Tubificidae 0/m^2*
TRICLADI	Famiglia	*Dugesia 0/m^2*
GASTEROPODI	Famiglia	*Ancylus 10/m^2*
ALTRI	Genere	

RISULTATI	
UNITÀ SISTEMATICHE VALIDE	19
I.B.E.	10
CLASSE DI QUALITÀ	I
GIUDIZIO DI QUALITÀ	Non inquinato o non alterato in modo sensibile
INDICE STAR_ICMI	0,881
CLASSE GIUDIZIO STAR_ICMI	2

Commenti: la comunità rinvenuta corrisponde alle attese, in quanto si accorda con una comunità di riferimento da substrato con prevalenza massi e sassi. Il numero di unità sistematiche è risultato inferiore alle attese a causa della stagione di campionamento. La presenza di diversi taxa di Plecotterae testimonia l'alta potenzialità biotica del tratto di fiume e la scarsa presenza di pressioni antropiche, zootecniche o industriali. La comunità ha espresso un valore di IBE pari a 10, un valore di Indice STAR_ICMi di 0,881 il che pone attualmente questo tratto in Classe di Qualità I e Giudizio di Qualità BUONO.

Dott. Maurizio Penserini **Via Roma 10, 42032, Collagna Reggio Emilia www.waterbiosciences.it – P.Iva 02428580357 – cell. 3342680045**

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

LOCALIZZAZIONE	
CORSO D'ACQUA	T. Frigido
BACINO	Frigido
CODICE TIPO	10SS2M1
CARATTERISTICHE GENERALI	
LOCALITÀ	Stazione FR02 – Tratto a valle del rilascio Loc. Forno
DATA	10/06/2022
STATO IDROLOGICO	Magra
CONDIZIONI METEO	Sereno
ORA	10.00
ALTITUDINE	174
LARGHEZZA ALVEO DI PIENA	15.4 m
LARGHEZZA ALVEO BAGNATO	5.2 m
PROFONDITÀ	35/55 cm
VEGETAZIONE ACQUATICA	Feltro sottile
VEGETAZIONE TERRESTRE	Bosco e arbusti
GRANULOMETRIA DEL FONDO	Massi, sassi, ciottoli
COMPONENTI ORGANICI	Ove visibili strutture grossolane
PARAMETRI CHIMICO-FISICI	O_2ppm: 10.2 O_2%: 103 T°C: 11.5 pH: 8.11
AREA CAMPIONABILE	>65% della superficie disponibile

MACROINVERTEBRATI DETERMINATI

Taxa	Cat. Sistematica	Nome Scientifico e abbondanza
PLECOTTERI	Genere	*Amphinemura 9/m^2, Leuctra 138/m^2, Nemoura 2/m^{2*} Protonemoura 9/m^2*
EFEMEROTTERI	Genere	*Baetis 106/m^2, Caenis 4/m^{2*}, Ecdyonurus 81/m^2, Electrogena 17/m^2, Ephemerella 8/m^2, Habroleptoides 41/m^2*
TRICOTTERI	Famiglia	*Brachycentridae 1/m^{2*}, Goeridae 1/m^{2*}, Hydropsychidae 16/m^2, Hydroptilidae 1/m^{2*}, Philopotamidae 1/m^{2*}, Rhyacophilidae 11/m^2*
COLEOTTERI	Famiglia	*Dytiscidae 10/m^2, Elminthidae 27/m^2, Helodidae 2/m^2, Hydraenidae 1/m^{2*}*
DITTERI	Famiglia	*Athericidae 6/m^2, Ceratopogonidae 17/m^{2*}, Chironomidae 139/m^2, Limoniidae 11/m^2, Simulidae 6/m^{2*}, Stratiomydae 1/m^{2*}, Tipulidae 1/m^{2*}*
CROSTACEI	Famiglia	
OLIGOCHETI	Famiglia	*Lumbriculidae 0/m^2, Naididae 4/m^2, Tubificidae 5/m^2*
TRICLADI	Famiglia	
GASTEROPODI	Famiglia	*Ancylus 10/m^2*
ALTRI	Genere	

RISULTATI

UNITÀ SISTEMATICHE VALIDE	20
I.B.E.	10
CLASSE DI QUALITÀ	I
GIUDIZIO DI QUALITÀ	Non inquinato o non alterato in modo sensibile
INDICE STAR_ICMI	0,904
CLASSE GIUDIZIO STAR_ICMI	2

Commenti: la comunità rinvenuta corrisponde alle attese, in quanto si accorda con una comunità di riferimento da substrato con prevalenza massi e sassi. Il numero di unità sistematiche è risultato inferiore alle attese a causa della stagione di campionamento. La presenza di diversi taxa di Plecotterae testimonia l'alta potenzialità biotica del tratto di fiume e la scarsa presenza di pressioni antropiche, zootecniche o industriali. La comunità ha espresso un valore di IBE pari a 10, un valore di Indice STAR_ICMi di 0,904 il che pone attualmente questo tratto in Classe di Qualità I e Giudizio di Qualità BUONO.

Dott. Maurizio Penserini **Via Roma 10, 42032, Collagna Reggio Emilia www.waterbiosciences.it – P.Iva 02428580357 – cell. 3342680045**

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

		FR_01				FR_02			
Data campionamento	**Regime idrologico**	**IBE**	**Classe di giudizio**	**STAR_ICMi**	**Classe di giudizio**	**IBE**	**Classe di giudizio**	**STAR_ICMi**	**Classe di giudizio**
15/11/2021	magra	10	I	0,849	2	10	I	0,877	2

		FR_01				FR_02			
Data campionamento	**Regime idrologico**	**IBE**	**Classe di giudizio**	**STAR_ICMi**	**Classe di giudizio**	**IBE**	**Classe di giudizio**	**STAR_ICMi**	**Classe di giudizio**
02/02/2022	magra	10	I	0,862	2	10	I	0,873	2

		FR_01				FR_02			
Data campionamento	**Regime idrologico**	**IBE**	**Classe di giudizio**	**STAR_ICMi**	**Classe di giudizio**	**IBE**	**Classe di giudizio**	**STAR_ICMi**	**Classe di giudizio**
10/06/2022	magra	10	I	0,881	2	10	I	0,904	2

Tabella 2.4: sintesi dei valori di IBE e STAR_ICMi per il Torrente Frigido località Forno (MS), biennio 2021/2022

Di seguito il riassunto dei risultati ottenuti dal calcolo dell'indice STAR_ICMi nelle due stazioni individuate:

Stazione	valore medio	classe	giudizio
FR_01	0,864	II	BUONO
FR_02	0,884	II	BUONO

Tabella 2.5: risultati dell'Indice STAR_ICMi per l'anno 2021 e 2022 sul T. Frigido

Pertanto il valore dell'indice STAR_ICMi per le stazioni di campionamento indicate corrisponde a una media di **0,874** con **CLASSE 2** (giudizio di qualità **BUONO**).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

3R.INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE I.F.F.

Scopo di questa indagine è applicare la metodica I.F.F., come descritta nel Piano di Monitoraggio Ambientale del Torrente Frigido loc. Forno (MS) per valutarne la qualità ecologica e funzionale.
In particolare verrà suddivisa l'area del tratto sotteso e l'area a valle dello scarico in maniera omogenea e relativa alla struttura del territorio e al grado di antropizzazione. Questo per definire se nel tratto di corso sotteso alla derivazione siano sorte delle carenze funzionali rispetto ai tratti a valle al rilascio dove le portate corrispondono a quelle naturali. La scelta delle stazioni è stata determinata in riferimento alla situazione generale del tratto di corso e il periodo di rilevamento è stato eseguito fra il regime idrologico di magra con portate decrescenti nella fase di attività vegetativa tardo primaverile. Le schede sono state numerate in ordine crescente da monte verso valle. Le sponde Sx e Dx sono relative all'operatore che opera da valle verso monte, e non dipendono dalla idraulica del fiume. È stata definita la lunghezza dei tratti rilevati attraverso la relazione riportata nel manuale IFF, 2007. Essendo l'alveo di morbida superiore inferiore ai 50 metri, i tratti rilevati hanno comunque lunghezza non inferiore ai 100 metri (TMR, tratto minimo rilevabile).
Considerando un tratto sotteso di 500 metri e un tratto a valle del rilascio di 1110 metri, il Torrente Frigido è stato suddiviso in 3 tratti omogenei per i quali è stato applicato l'indice IFF.

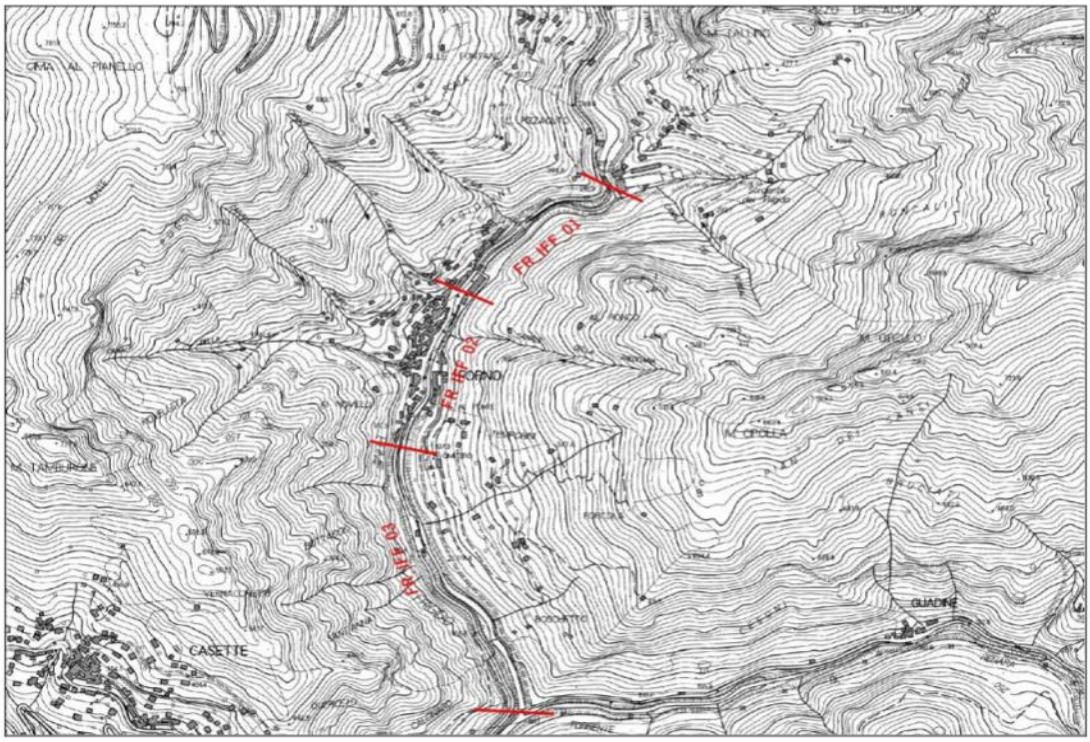


Figura 3.1: Individuazione tratti IFF (CTR, 2022)

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

RISULTATI

La campagna di rilievo IFF è stata eseguita il 10/06/2022 con una portata liquida del Torrente Frigido di circa 1500 l/s. Nella successiva tabella sono riportati in sintesi i dati ottenuti dall'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale nel tratto indicato in precedenza.

Cod. stazione	Lunghezza (m)	Valore I.F.F.		Livello di funzionalità		Giudizio di funzionalità	
		Sponda Dx	Sponda Sx	Sponda Dx	Sponda Sx	Sponda Dx	Sponda Sx
FR_IFF_01	500	**260**	**245**	**I-II**	**II**	**elevato-buono**	**buono**
FR_IFF_02	390	**177**	**172**	**III**	**III**	**mediocre**	**mediocre**
FR_IFF_03	730	**210**	**210**	**II**	**II**	**buono**	**buono**

Tabella 3.1: tabella riassuntiva dei dati ottenuti. Media dei giudizi ricadente nello stato "Buono"

I risultati ottenuti permettono di individuare lungo il tratto sotteso dall'opera una situazione di funzionalità del corso d'acqua con grado di giudizio medio di funzionalità Buono. Dai dati ottenuti e dall'analisi delle schede di campionamento si è potuto evidenziare che la pressione maggiore è esercitata lungo la fascia perifluviale generata dalla presenza di manufatti (strada provinciale) in CA.

Una funzionalità che per lo più si esprime pienamente sia nelle caratteristiche idromorfologiche e strutturali del corso, ma anche in parte nella copertura vegetale del territorio attraversato. Le caratteristiche naturali salienti del tratto di monte del Torrente Frigido, classificabile come ambiente torrentizio di media montagna, sono infatti ascrivibili ad un corso superiore dei fiumi di media montagna nonostante la quota non sia elevata – regione a salmonidi – zona a trote, e risiedono principalmente in:

- discreta pendenza complessiva dell'alveo;
- le dimensioni ristrette dell'alveo di morbida ed il profilo longitudinale irregolare;
- il substrato di fondo prevalente a massi, sassi e ciottoli;
- la dominanza di *riffle, glide and pool*, intervallate da *step* e anche da *cascade*;
- la copertura vegetale delle sponde, spesso continua a formazioni naturali sia riparie sia più spiccatamente montane, intervallate da assenza generata da erosione delle sponde o da manufatti antropici.

Tali caratteristiche lo rendono un ambiente a vocazione esclusivamente salmonicola.

Gli elementi di criticità esistenti riguardano il tratto in corrispondenza dell'abitato di Forno, dove l'arginatura e la canalizzazione del corso d'acqua lo penalizzano per un tratto comunque abbastanza ristretto e dunque ininfluente dal punto di vista della funzionalità fluviale complessiva. Ulteriori elementi di criticità che rendono l'ambiente piuttosto estremo per la colonizzazione da parte delle biocenosi acquatiche, dipendono dalla presenza di strutture in CA in porzioni di alveo a protezione delle abitazioni presenti nella fascia perifluviale. La vegetazione riparia risulta spesse ininfluente a seguito del dislivello generato tra le due fasce.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Nelle tabelle successive sono riportati i punteggi ottenuti per ogni tratto a cui è stato applicato l'IFF.

Torrente Frigido - Forno						
Domande	FR_IFF_01		FR_IFF_02		FR_IFF_03	
	500 m		390 m		730 m	
	Dx	Sx	Dx	Sx	Dx	Sx
1: stato del territorio circostante	20	20	1	1	5	5
2: vegetazione zona perifluviale	40	25	10	10	25	25
3: ampiezza zona perifluviale	10	10	10	10	10	10
4: continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	10	10	10	5	10	10
5: condizioni idriche dell'alveo	20		20		10	
6: efficienza di esondazione	15		1		15	
7: strutture ritenzione apporti trofici	25		15		15	
8: erosione delle rive	20	20	20	20	20	20
9: sezione trasversale	15		5		15	
10: idoneità ittica	20		20		20	
11: idromorfologia	15		15		15	
12: componente vegetale in alveo bagnato	15		15		15	
13: detrito	15		15		15	
14: comunità macrobentonica	20		20		20	
Punteggio totale	**260**	**245**	**177**	**172**	**210**	**210**
Classe	**II**	**II**	**III**	**III**	**II**	**II**
Giudizio	**elevato**	**buono**	**mediocre**	**mediocre**	**buono**	**buono**

Tabella 3.2: tabella riassuntiva dei punteggi ottenuti.

Dai dati ottenuti e dall'analisi delle schede di campionamento si è potuto evidenziare che la pressione maggiore è esercitata lungo la fascia perifluviale generata dalla presenza di manufatti in CA.
I tratti sono stati individuati sulla base della tipologia di condizione di derivazione, in particolare il tratto FR_IFF_01 è corrispondente al tratto sotteso alla derivazione. I tratti FR_IFF_02 e FR_IFF_03 sono situati a valle del rilascio e sono stati suddivisi sulla base delle condizioni di artificializzazione antropica e di funzionalità fluviale.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

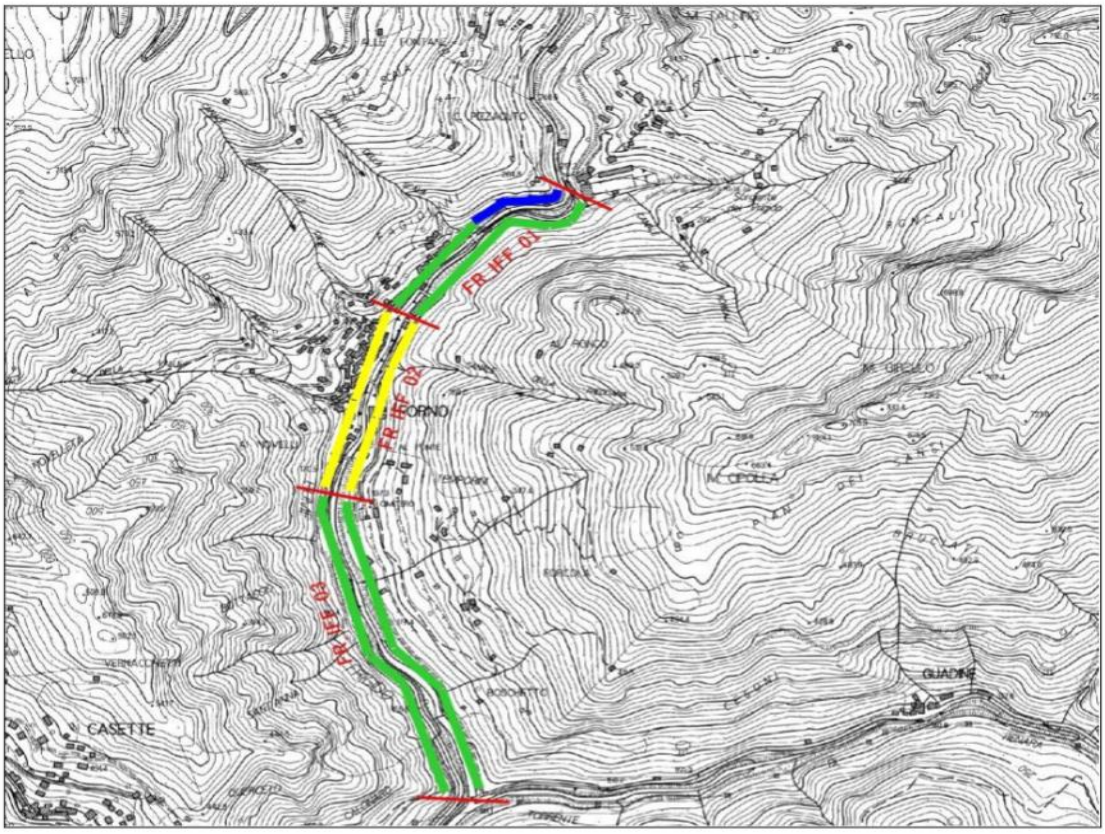


Figura 3.2: immagine dei risultati ottenuti dall'indice IFF

Il tratto più prossimo all'abitato, a valle del rilascio della centrale, è risultato in una condizione mediocre rispetto all'intero tratto a seguito dell'elevata cementificazione delle sponde, che non consente la crescita di una vegetazione ripariale caratteristica.

Il tratto sotteso alla derivazione e il tratto a valle dell'abitato di Forno risultano invece in una condizione di funzionalità buona.

L'applicazione dell'Indice IFF in questa fase permette di determinare oltre alla funzionalità i potenziali effetti negativi della derivazione che comunque attualmente risulta in uno stato buono.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

4R. ANALISI DELLE COMUNITÀ DIATOMICHE E DELLE MACROFITIE ACQUATICHE (Calcolo ICMi e IBMR)

Siti di Campionamento

I siti di campionamento sono stati individuati in base alla rappresentatività del tratto indagato:

FR_01: tratto sotteso alla derivazione

FR_02: a valle del rilascio della centrale

Le stazioni FR_01 E FR_02 corrispondono alle medesime effettuate per il calcolo dell'indice STAR_ICMi. È stata effettuata un'unica campagna di monitoraggio in data 10/06/2022. Non è stato applicato il calcolo ICMi e IBMR nelle campagne di novembre e febbraio perché i periodi risultavano poco significativi.

Analisi delle comunità diatomiche

Campionamento e preparazione dei vetrini

Tutte le fasi di campionamento, di identificazione e conteggio hanno seguito le procedure previste nel "Protocollo di campionamento delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua" redatto da APAT (2007).

Le diatomee campionate, in ogni stazione di monitoraggio, sono state raccolte a partire da una superficie totale di substrato di circa 100 cm² per una copertura di almeno 10 metri lineari.

Le diatomee vengono raschiate dalla superficie dei ciottoli e dei massi grazie all'uso di uno spazzolino che viene lavato con acqua di fiume all'interno di contenitori appositi come vaschette piane e caraffe (Fig 4.1). Il campione ottenuto viene filtrato per separare il materiale più grossolano.

Figura 4.1: raccolta delle diatomee su spazzolino

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

I campioni raccolti sono stati conservati con aggiunta di alcool etilico per evitare che le diatomee si riproducessero nei contenitori, modificando le percentuali di abbondanza delle diverse specie appartenenti alla comunità diatomica.

In laboratorio si è proceduto alla digestione della materia organica tramite il metodo del perossido di idrogeno a caldo. Il campione è riscaldato a 95°C insieme a perossido di idrogeno (H_2O_2) finché tutta la materia organica non si sia dissolta; infine viene aggiunto Acido Cloridrico per neutralizzare la reazione e sciogliere i carbonati. Il campione poi viene diluito più volte con acqua distillata, lasciando ogni volta depositare sul fondo i frustuli delle diatomee ed eliminando il surnatante.

I frustuli puliti delle diatomee sono stati montati su vetrini permanenti per mezzo di una resina ad alto indice di rifrazione (Naphrax) per aumentare il contrasto delle sottili formazioni silicee.

I vetrini sono stati analizzati al microscopio ottico, identificando le specie con movimento a "zig-zag" e determinandone le abbondanze. Sono state identificate circa 400 valve per vetrino (stazione) come da protocollo APAT.

Calcolo dell'ICMi (Intercalibration Common Metric Index)

Attualmente l'unico indice diatomico valido ai fini della classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici è l'Indice Multimetrico di Intercalibrazione. L'ICMi deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e l'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999). Entrambi gli indici prevedono l'identificazione a livello di specie, ad ognuna delle quali viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore. Nel calcolo dell'IPS si tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento organico.

$$IPS_S = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_j \cdot I_j \cdot S_j}{\sum_{j=1}^{n} a_j \cdot I_j} \qquad IPS = (4{,}75x - 3{,}75)$$

dove S definisce la sensibilità del taxon e I l'attendibilità come indicatore.

Nel calcolo del TI si tiene conto principalmente della sensibilità delle specie al carico di nutrienti (è un indice trofico influenzato anche dal carico organico naturale).

$$TI = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_j \cdot G_j \cdot TW_j}{\sum_{j=1}^{n} a_j \cdot G_j}$$

L'ICMi è dunque un indice multi metrico composto dal TI e dall'IPS. I valori di TI e IPS calcolati devono essere rapportati (RQE) al valore di riferimento determinato per il rispettivo macrotipo fluviale all'interno di una determinata idroecoregione (Tab. 4.1). Nel caso del Torrente Frigido i valori di riferimento sono quelli

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

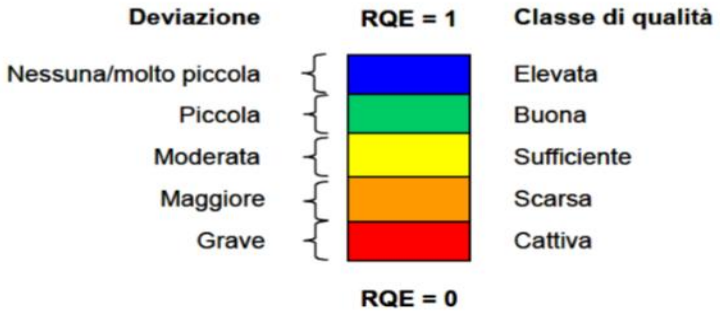
Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

del macrotipo fluviale M1 (Piccolo corso d'acqua mediterraneo) all'interno dell'idroecoregione 10 (Appennino Settentrionale).

Macrotipo fluviale	Valore di riferimento	
	IPS	TI
A1	18,4	1,7
A2	19,6	1,2
C	16,7	2,4
M1	17,15	1,2
M2	14,8	2,8
M3	16,8	2,8
M4	17,8	1,7
M5	16,9	2,0

Tabella 4.1: valori di riferimento per il calcolo di RQE_ICMi (il riquadro rosso evidenzia il macrotipo che descrive il Torrente Frigido)

L'RQE dell'ICMi è definito come la media tra gli RQE dei due indici presi in considerazione (TI, IPS). Il giudizio delle stato ecologico è definito sulla base di quanto l'RQE si discosti da 1 (situazione ideale di riferimento).



$$RQE = \frac{\text{Valore osservato}}{\text{Valore di riferimento}}$$

Nella tabella 4.2 sono evidenziati i limiti delle classi di qualità fissati per il macrotipo M1 assegnato al Torrente Frigido.

Macrotipi	E/B	B/S	S/S	S/C
A1	0,87	0,70	0,60	0,30
A2	0,85	0,64	0,54	0,27
C	0,84	0,65	0,55	0,26
M1-M2-M3-M4	0,80	0,61	0,51	0,25
M5	0,88	0,65	0,55	0,26

Tabella 4.2: Limiti delle classi di qualità

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Risultati ICMi_Diatomee

Gli indici diatomici fotografano uno stato ecologico di qualità ELEVATA (Tab. 4.5). In tutte le stazioni l'indice IPS, che considera la sensibilità delle specie all'inquinamento organico è superiore al valore di riferimento. Nonostante le lievi differenze nella composizione della comunità diatomica tra i due siti analizzati, nelle tre campagne di campionamento *Gomphonema pumilum* rimane costantemente il taxon più rappresentato, insieme agli *Achnanthidium* frequenti nelle acque caratterizzate da un basso carico organico dei torrenti montani. Particolarmente caratterizzante è la specie *Encyonema siliesiacum* che in alcuni casi è risultata essere la seconda specie più frequente. Nelle tabelle 4.3 e 4.4 sono presentate le abbondanze dei taxa campionati nelle tre stazioni e i coefficienti degli indici IPS e TI.

FR_01		**Abbondanze**	**IPS**		**TI**	
GENERE	SPECIE	Giugno '22	I	S	G	TW
Gomphonema	*micropus*	17	1	3	0	2
Gomphonema	*tergestinum*	7	3	4	1	1,4
Gomphonema	*olivaceum*	24	1	4,6	1	2,9
Gomphonema	*pumilum*	99	1	5	1	1,1
Diatoma	*ehrengergii*	5	3	4	2	1,6
Diatoma	*moniliformis*	16	2	4	3	2
Diatoma	*mesodon*	3	3	5	4	0,7
Fragilaria	*arcus*	5	2	5	3	1
Fragilaria	*capucina*	1	1	4	0	0
Nitzschia	*dissipata*	1	3	4,5	2	2,4
Navicula	*reichardtiana*	1	1	3,6	1	3,3
Navicula	*tripunctata*	4	2	4,4	3	3,1
Navicula	*cryptocephala*	3	2	3,5	4	3,5
Navicula	*lanceolata*	1	1	3,8	4	3,5
Navicula	*recens*	1	2	2,8	2	2,9
Cymbella	*affinis*	18	2	4	4	0,7
Cymbella	*compacta*	1	3	5	0	2,3
Meridion	*circulare*	7	2	5	2	2,5
Encyonema	*silesiacum*	61	2	5	0	2
Encyonema	*minutum*	6	2	4,8	1	2
Achnathidium	*biasolettianum*	51	2	5	1	1,3
Achnathidium	*minutissimum*	67	1	5	1	1,2
Psammothidium	*bioretii*	-	3	5	0	1,8
Planothidium	*lanceolatum*	1	1	4,6	3	3,3
Amphora	*ovalis*	-	1	3	2	3,3
Achnantes	*rupestoides*	-	1	3,8	3	1,2
Cocconeis	*placentula*	1	1	4	2	2,6
Didymosphenia	*geminata*	3	3	5	1	0,6
	TOT	401				

Tabella 4.3

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

FR_02		Abbondanze	IPS		TI	
GENERE	SPECIE	Giugno '22	I	S	G	TW
Gomphonema	*micropus*	20	1	3	0	2
Gomphonema	*tergestinum*	16	3	4	1	1,4
Gomphonema	*olivaceum*	18	1	4,6	1	2,9
Gomphonema	*pumilum*	60	1	5	1	1,1
Diatoma	*ehrengergii*	12	3	4	2	1,6
Diatoma	*moniliformis*	11	2	4	3	2
Diatoma	*mesodon*	10	3	5	4	0,7
Fragilaria	*arcus*	4	2	5	3	1
Fragilaria	*capucina*	-	1	4	0	0
Nitzschia	*dissipata*	1	3	4,5	2	2,4
Navicula	*reichardtiana*	3	1	3,6	1	3,3
Navicula	*tripunctata*	1	2	4,4	3	3,1
Navicula	*cryptocephala*	1	2	3,5	4	3,5
Navicula	*lanceolata*	2	1	3,8	4	3,5
Navicula	*recens*	-	2	2,8	2	2,9
Cymbella	*affinis*	12	2	4	4	0,7
Cymbella	*compacta*	-	3	5	0	2,3
Meridion	*circulare*	1	2	5	2	2,5
Encyonema	*silesiacum*	57	2	5	0	2
Encyonema	*minutum*	-	2	4,8	1	2
Achnathidium	*biasolettianum*	78	2	5	1	1,3
Achnathidium	*minutissimum*	70	1	5	1	1,2
Psammothidium	*bioretii*	-	3	5	0	1,8
Planothidium	*lanceolatum*	-	1	4,6	3	3,3
Amphora	*ovalis*	-	1	3	2	3,3
Achnantes	*rupestoides*	-	1	3,8	3	1,2
Cocconeis	*placentula*	23	1	4	2	2,6
Didymosphenia	*geminata*	4	3	5	1	0,6
	TOT	404				

Tabella 4.4

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

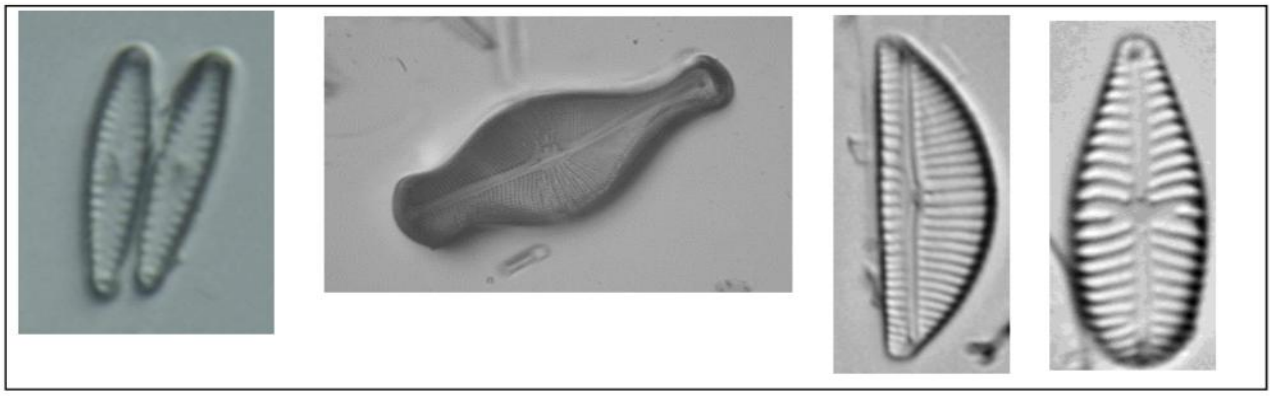


Figura 4.2: Da sinistra a destra, Gomphonema pumilum, Didymosphenia geminata, Encyonema silesiacum e Gomphonema olivaceum (1000x)

Stazione (DIATOMEE)	RQE_iCMi Giugno '22	Qualità
FR_01	1,07	ELEVATA
FR_02	1,08	ELEVATA

Tabella 4.5: schema riepilogativo dei risultati dell'analisi della comunità diatomica

Macrofite acquatiche (calcolo IBMR)

L'Indice Biologique Macroftitique en Rivière La metodologia è descritta nella norma AFNOR NF T 90-395 "Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)". L'Indice si basa sull'analisi della comunità delle macrofite acquatiche per valutare lo stato trofico dei corsi d'acqua.

L'IBMR si fonda sull'uso di una lista di taxa indicatori per i quali è stata valutata, in campo, la sensibilità, in primo luogo, nei confronti delle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati. L'indice, essendo finalizzato alla valutazione dello stato trofico, è determinato e, nel contempo, correlabile non solo alla concentrazione di nutrienti ma anche ad altri fattori quali, soprattutto, la luminosità e la velocità della corrente. L'IBMR è un indice calcolato sulla base di un rilievo che consiste nell'osservazione in situ della comunità macrofitica e prevede che, in campo, sia effettuato il campionamento, un primo riconoscimento e la valutazione delle coperture dei taxa presenti.

I taxa non determinabili in campo vengono campionati, conservati e analizzati in laboratorio tramite microscopio ottico.

Il calcolo dell'IBMR si effettua mediante l'uso di una lista floristica di taxa indicatori a ciascuno dei quali è associato un valore (che varia da 0 a 20) di sensibilità ad alti livelli di trofia.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Per quanto riguarda il campionamento è stato seguito il "Protocollo di campionamento ed analisi per le macrofite delle acque correnti" (APAT, 2007). Si giunge alla definizione, per ciascuno dei taxa presenti, prima di un valore di copertura percentuale e, successivamente (sulla base del proporzionamento del valore di copertura percentuale alla copertura totale delle macrofite presenti nella stazione) di un valore di copertura reale. Per poter effettuare il calcolo dell'IBMR si devono tradurre i valori di copertura reale nei corrispondenti coefficienti di copertura previsti dalla metodica dell'indice IBMR, mediante la tabella di conversione riportata in tabella 4.6.

copertura reale	coefficienti di copertura	significato secondo IBMR
<0,1	1	Solo presenza
$0,1 \leq cop < 1$	2	Copertura scarsa
$1 \leq cop < 10$	3	Copertura discreta
$10 \leq cop < 50$	4	Copertura buona
$cop \geq 50$	5	Copertura alta

Tabella 4.6: coefficienti di conversione della copertura reale

Il calcolo dell'IBMR per la stazione di rilevamento si effettua attraverso la formula:

$$IBMR = \sum_{i}^{n} [E_i K_i C_i] / \sum_{i}^{n} [E_i K_i]$$

L'elenco dei taxa indicatori, comprendente organismi autotrofi, alghe, licheni, briofite, pteridofite e angiosperme è composta da 210 taxa (2 taxa fungini, 44 taxa algali, 2 specie di licheni, 15 specie di epatiche, 37 specie di muschi, 3 felci e 107 specie di angiosperme), a ciascuno di essi è associato un coefficiente di sensibilità Csi e un coefficiente di stenoecia Ei.

Il coefficiente di copertura Ki è attribuito a ciascun taxon secondo il procedimento sopra descritto.

Il metodo prevede che, sulla base del valore numerico assunto dall'IBMR sia possibile classificare la stazione in termini di livello trofico sulla base della suddivisione in range del campo dei valori (0-20) che può assumere l'IBMR.

valore	**livello trofico**	
$IBMR \geq 14$	trofia MOLTO LIEVE	blu
$12 \leq IBMR \leq 14$	trofia LIEVE	verde
$10 \leq IBMR \leq 12$	trofia MEDIA	giallo
$8 \leq IBMR \leq 10$	trofia ELEVATA	arancio
$IBMR \leq 8$	trofia MOLTO ELEVATA	rosso

Tabella 4.7: livello trofico corrispondente ai valori di IBMR

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Per ciascuna tipologia fluviale (o gruppo di tipi) individuata è possibile calcolare un valore di IBMR atteso sulla base dei valori rilevati nei siti di riferimento. Il Torrente Frigido è classificato come macrotipo Ma determinando un valore di riferimento di 12,5.

Area geografica	Macrotipi	Valore di riferimento
Alpina	Aa	14,5
	Ab	14
Centrale	Ca	12,5
	Cb	11,5
	Cc	10,5
Mediterranea	Ma	12,5
	Mb	10,5
	Mc	10
	Md	10,5
	Me	10
	Mf	11,5
	Mg	11

Tabella 4.8: valori IBMR di riferimento

Il rapporto tra il valore osservato e quello atteso restituisce l'indice RQE. La classe di qualità viene poi definita sulla base dei limiti di RQE di ciascuna classe fissati per le diverse aree geografiche.

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,85	0,70	0,60	0,50
Centrale	0,90	0,80	0,65	0,50
Mediterranea	0,90	0,80	0,65	0,50

Tabella 4.9: limiti di classe di qualità per RQE_IBMR

Siti e date di campionamento

Le 2 stazioni di campionamento coincidono con quelle delle diatomee e sono lunghe 50 metri ciascuna.

I rilievi sono avvenuti il 10/06/2022, in maniera da rappresentare la comunità macrofitica. Il periodo di monitoraggio attuato risulta significativo a seguito del fatto che i campioni sono stati raccolti in tarda primavera.

Risultati

Ciascuna stazione presente caratteristiche omogenee ed è caratterizzata da una comunità di macrofite prevalentemente costituita da un feltro di alghe più o meno sviluppato che ricopre, a macchie, il substrato litico su cui scorre il corso d'acqua. Lo stesso mosaico si ripete con regolarità in tutto il tratto sotteso.

Le specie valide per l'elaborazione dell'indice sono due: *Ulothrix sp*. e *Hydrurus foetidus* (Tab. 4.10).

Ulothrix sp. è la principale presenza all'interno del feltro che ricopre i ciottoli e i massi nei run, riffle e ai margini delle pool. Il "feltro" è costituito dalle alghe filamentose, residui vegetali e sedimento (Fig 4.3). In alcune zone *Ulothrix* si sviluppa a formare degli ammassi verdi di lunghe alghe filamentose (Fig 4.4; Fig. 4.5).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Figura 4.3: alghe verdi filamentose del genere *Ulothrix* che colonizzano le aree marginali di una pool del Torrente Frigido

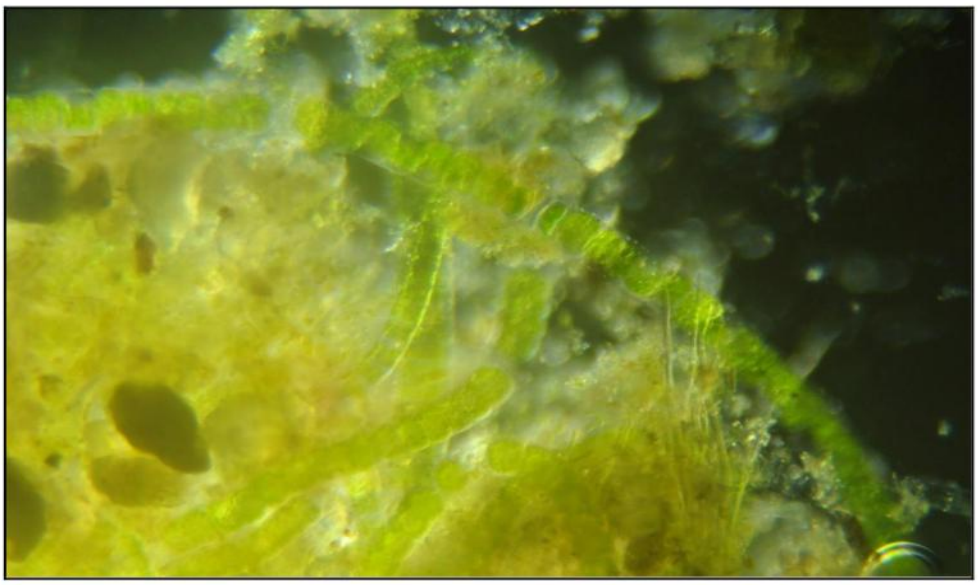


Figura 4.4: immagine al microscopio ottico (100x) in campo scuro del feltro formato da *Ulothrix sp.,* residui vegetali e sedimento fine.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

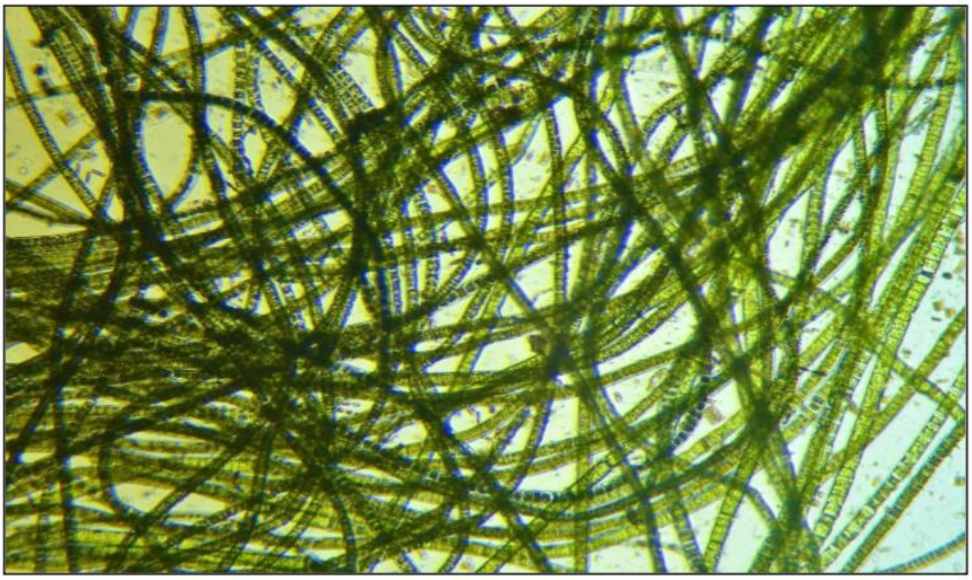


Figura 4.5: ciuffo di *Ulothrix sp.* al microscopio ottico (40x)

Hydrurus foetidus invece si distingue macroscopicamente per il colore più scuro (Fig 4.6).

Fig. 4.6: Formazioni di *Hydrurus foetidus*

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

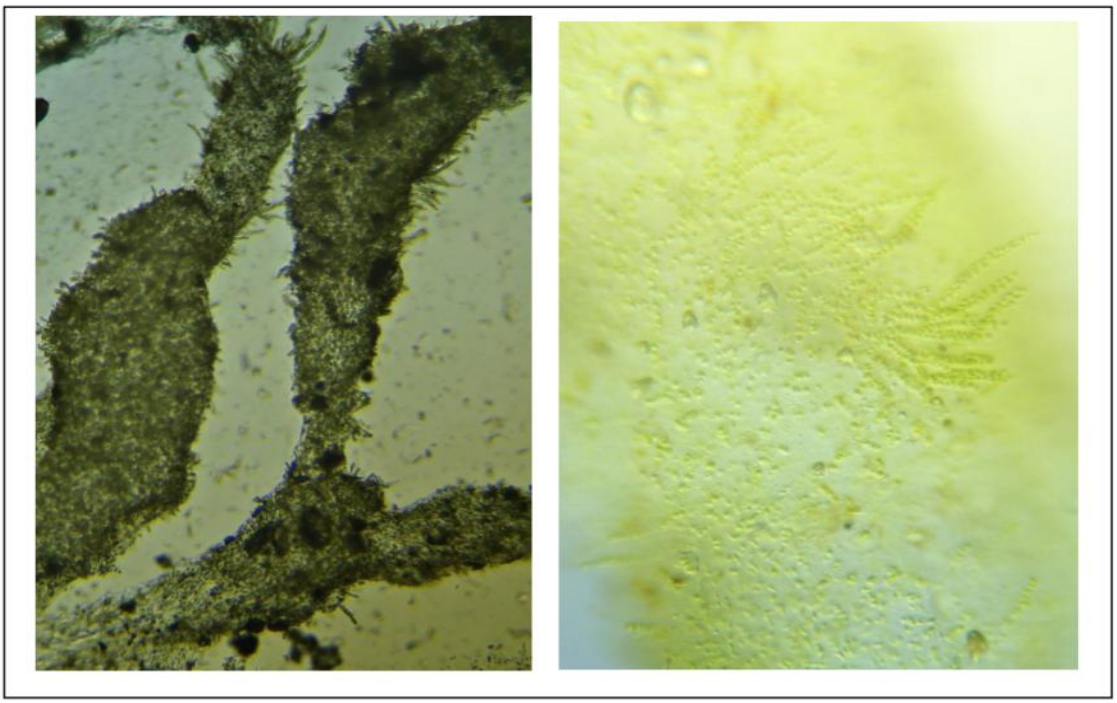


Figura 4.7: *Hydrurus foetidus* al microscopio ottico (40X a sx, 100x a dx)

Genere	specie	Csi	Ei	Copertura
Ulothrix	*sp.*	10	1	4
Hydrurus	*foetidus*	16	2	4

Tabella 4.10: tabella dei taxa indicatori coefficienti di sensibilità (Csi), Stenoecia (Ei) e Copertura (Ki)

Il valore IBMR risultante è pari a 14 corrispondente ad un livello di trofia molto lieve. Il valore di riferimento per l'area mediterranea è 12,5 per cui il valore RQE supera l'unità (1,12) definendo una classe di qualità ELEVATA valida quindi per tutte e due le stazioni (Tab. 4.11).

Stazione (MACROFITE)	RQE_IBMR	Qualità
FR_01	1,12	ELEVATA
FR_02	1,12	ELEVATA

Tabella 4.11: classi di qualità risultanti dal calcolo dell' IBMR

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Conclusioni dello studio sulla componente diatomica e macrofitica

E' stato descritto lo stato ecologico attuale relativo alle comunità diatomiche e macrofitiche del Torrente Frigido nel tratto indagato, necessario per l'interpretazione e la mitigazione delle pressioni che potrebbero emergere dal programma di monitoraggi successivo alla realizzazione dell'opera.

Per tutte le stazioni di campionamento entrambi gli indici (ICMi_Diatomee e IBMR) hanno restituito un giudizio di qualità **ELEVATO**.

Considerato il DMV previsto dal progetto non si prevede un peggioramento della classe di qualità del corpo idrico calcolata sulla base degli indici proposti. Inoltre, anche qualora si ipotizzasse una pressione che modifichi la composizione (abbondanze relative) della comunità diatomica, non vi sarebbero i presupposti per ipotizzare il peggioramento della classe di qualità.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

5R. MONITORAGGIO MORFOLOGICO: MESOHABITAT ASSESSMENT

Caratterizzazione dei Mesoambienti

Risultati Metodo MPA

Il censimento delle unità morfologiche di mesohabitat fluviale, avvenuta nel tratto sottoposto a DMV, ha rivelato come il Torrente Frigido nel tratto sotteso alla derivazione presenti elementi idromorfologici quasi sempre distinti e distribuiti con regolarità variabile lungo l'asta fluviale. Tale ecosistema risulta idoneo ad ospitare buone cenosi di animali vertebrati ed invertebrati come peraltro evidenziato dalle indagini ittiologiche e macrobentoniche svolte.

Di seguito i risultati dei mesohabitat rilevati con portata inferiore alla portata media naturale, Q_{nat}, del Torrente Frigido nel tratto sotteso alla derivazione di lunghezza pari a circa 350 m di corso d'alveo a monte del rilascio. Rilievi eseguiti il giorno 02/02/2022 con portata misurata attraverso Flowmeters®JTD Instruments di 86 l/s.

Step		Cascade		Riffle		Run		Pool	
Tot.	21	Tot.	4	Tot.	22	Tot.	40	Tot.	52
lungh. Tot	12	lungh. Tot	35	lungh. Tot	96	lungh. Tot	99	lungh. Tot	108
lungh. %	3,5	lungh. %	7,1	lungh. %	23,83	lungh. %	24,17	lungh. %	41,4
lungh. Media	0.4	lungh. Media	6	lungh. Media	3	lungh. Media	4,25	lungh. Media	2,56
Largh. Media	2	Largh. Media	4,5	Largh. Media	2.1	Largh. Media	2,7	Largh. Media	3,7
Prof. Media	0,21	Prof. Media	0,22	Prof. Media	0,16	Prof. Media	0,12	Prof. Media	0,51
Fq/100	1,5	Fq/100	0,41	Fq/100	1,83	Fq/100	3,33	Fq/100	4,33

	N. di S	Pi =/S/Somma	Ln (ei)	Pi x Ln (ei)
Ri	22	22:140=0,16	-1,832	-0,293
Ru	40	40:140=0,28	-1,252	-0,35
Po	52	52:140=0,37	-0,99	-0,366
St	21	21:140=0,15	-1,897	-0,284
Ca	5	5:140=0,03	-3,332	-0,099
totale				-1,392

	min	max	misurato
Shannon H'	0	1,609	1,392
Hill	1	5	4,02
Pielou E	0	1	0,865

Tabelle 5.1: Indici di diversità globale Shannon, Hill e Pielou misurati con portate di 186 l/s (Schweizer et Al., 2011)

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Come è evidenziabile dai risultati ottenuti attraverso l'applicazione degli indici di diversità globale dell'ambiente indagato (Odum, 1983), che permettono di descrivere la diversità e la distribuzione dei mesoambienti rilevati, si evidenzia un valore elevato di diversità con portate inferiori alla Q_{nat}. Questo è spiegabile dall'analisi della struttura dell'alveo e dalla descrizione dell'Index Channel o Substrato di fondo descritta più avanti.

Anticipando la caratterizzazione dei Microhabitat minerali, rilevati durante l'esecuzione dei transetti rappresentativi dell'intero tratto di corso d'acqua studiato, emerge quanto riportato in tabella seguente:

TIPOLOGIA	limo/argilla	sabbia	ghiaia	microlithal	mesolithal	macrolithal	megalithal	artificiale	igropetrico
DIMENSIONI	<6µ	6µ - 2 mm	0,2 - 2 cm	2 - 6 cm	6 - 20 cm	20 - 40 cm	> 40 cm	e.g. *cemento*	sottile strato su substrato roccioso
FREQUENZA %	0	0	8	9	20	35	25	3	0

Tabella 5.2: frequenza dei microambienti nel tratto sotteso alla derivazione

Figura 5.1: esempio di tipologia di meso e micro ambienti del tratto sotteso alla derivazione

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

La presenza abbondante di substrati minerali con dimensioni medie attorno ai 20-40 cm di diametro o lunghezza, determina una maggiore eterogeneità di mesoambienti con portate inferiori alla Q_{nat}. Tale caratteristica presente in questo tratto di corso di Torrente Frigido è determinata anche dalla struttura di alveo presente.

Come sarebbe riportato nelle schede di rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale, il punteggio assegnato alla domanda 7 per il tratto FR_IFF_01 riporta come media il valore *a*.

7. Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici	D		S
a) alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)		25	
b) massi e/o rami presenti con deposito di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)		15	
c) strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)		5	
d) alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		1	

Corsi d'acqua a flusso turbolento

a)		compresenza substrati diversificati		zone di sedimentazione		massi		tronchi		radici	
b)		fondo stabile, ma con < efficacia ritentiva		ciottoli		massi incassati					
c)		limitata diversificazione		ciottoli facilmente movibili							
d)		fondo uniforme (anche roccioso o corazzato)		cunettoni		plateazioni		cemento		ciottoli cementati da sedimenti fini	occlusione interstizi

Corsi d'acqua a flusso laminare

a)		fascia continua e ampia erbacee palustri		buona copertura idrofite
b)		poche erbacee palustri		poche idrofite
c)		fondo ricoperto da alghe		rade idrofite flottanti
d)		fondo cementificato		fondo limoso

Tipo substrato %

roccia		massi	
ciottoli		ghiaia	
sabbia		limo	

Estensione erosione : > TMR < TMR

Note:

Figura 5.2: parte di scheda IFF del tratto FR_IFF_01 con risultati frequenti per la domanda 7.

In questo tratto il Torrente Frigido presenta un valore medio di alveo di piena di 2,16 volte la larghezza dell'alveo di morbida. Ciò significa che l'area di superficie bagnata acquista proporzionalmente uno sviluppo verticale rispetto ad uno sviluppo orizzontale. La presenza abbondante di un substrato grossolano ed eterogeneo determina condizioni ecologiche ed idrauliche qualitativamente valide anche con portate inferiori alla Q_{nat} del 80/90% (regime di magra estiva e invernale). Questo valore è confermato dai dati qualitativi e quantitativi dell'ittiofauna e dei macroinvertebrati presenti.

Metodo MSA

Le conseguenze, sul regime di un corpo idrico, di una modificazione delle portate naturali sono oggetto di studio da parte del mondo scientifico da diversi anni. Ciò ha portato all'elaborazione di alcune metodologie di calcolo del Deflusso Ecologico e sulla portata ottimale, per studio dello stato attuale e la messa a punto di sistemi e previsionali/gestionali, basati su vari approcci e caratterizzati da difficoltà applicativa di diverso grado. Metodi sperimentali complessi, nei quali si utilizzano particolari funzioni continue per valutare gli ambiti di idoneità dei parametri ambientali; per esempio, con il modo dei "microhabitat" e "mesohabitat", viene determinata una curva che correla l'area disponibile ponderata (funzione della portata media, della velocità media e della natura del substrato) alla portata del corso d'acqua; in corrispondenza del massimo di tale curva si può individuare il valore ottimale del DE.

Ed è proprio in questa classe che si colloca il metodo applicato nel presente studio.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

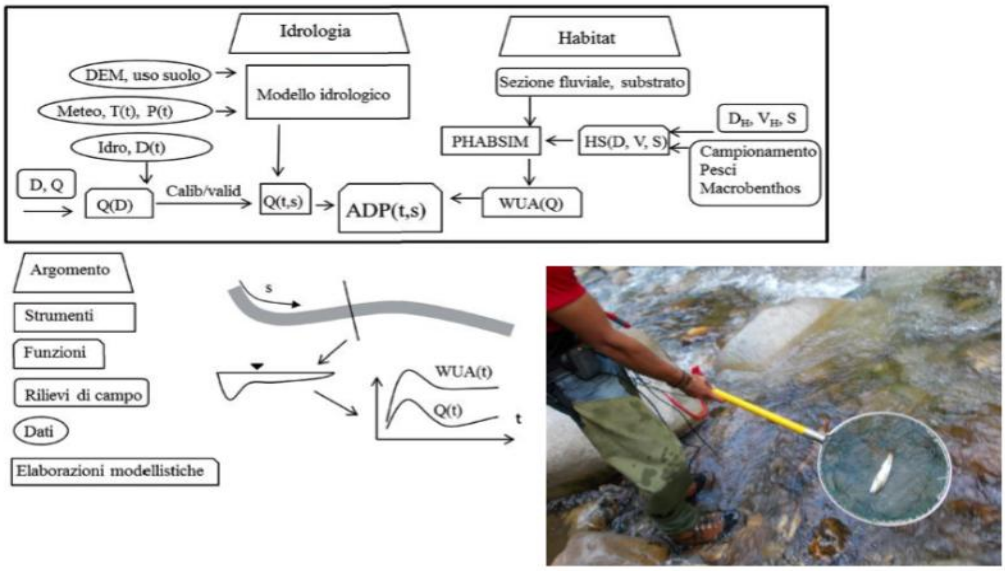


Figura 5.3: metodologia proposta per la valutazione della qualità dell'habitat fluviale e degli effetti della derivazione idroelettrica

Habitat suitability e WUA

Un'assunzione comune è che le specie ittiche e di macroinvertebrati abbiano una preferenza specifica verso l'habitat che vanno ad occupare e che questo determini la distribuzione delle specie in alveo. Queste scelte devono quindi essere inevitabilmente riflesse nelle relazioni di abbondanza-habitat. Con il termine idoneità ambientale (habitat suitability) si indica questo, ovvero che data una disponibilità uguale tra diversi tipi di habitat un specie scelga di occuparne uno rispetto agli altri.

E' ormai accettata l'ipotesi che gli organismi abbiano una tolleranza relativamente ristretta a gradienti chimico-fisici e quindi andranno ad occupare aree in cui questi valori rientrano in intervalli adatti alla specie in esame. Inoltre si considera sempre che gli organismi si comportino in maniera "ottimale" ovvero che siano in grado di rilevare e occupare le aree adatte per la loro fitness (crescita, sopravvivenza e fertilità).

All'interno delle aree potenzialmente abitabili infatti molte specie possono tollerare un'ampia gamma di valori delle variabili di interesse in essa verificate; solo i valori estremi quindi hanno un impatto diretto sull'abbondanza, ma anche conoscendo la risposta degli organismi a situazioni estreme non si può avere un'idea di come vari la densità per valori intermedie. (Fonseca and Hart, 2001).

Proprio per questo, per definire le curve habitat-abbondanza, si è scelto di seguire la teoria del fattore limitante. In questo caso le curve descrivono i valori massimi e/o minimi della risposta biologica, in funzione dal valore della variabile descrittiva (Downes, 2010). Usando il concetto di fattore limitante e non la risposta media, molto usata in letteratura, la dispersione dei dati non è più un fattore negativo ma può aiutare nella definizione di ulteriori fattori limitanti che agiscono lungo il gradiente dominante (Lancaster and Belyea, 2006). La teoria per cui diverse relazioni limitanti possano agire contemporaneamente è stata dimostrata empiricamente per macroinvertebrati (Lancaster and Belyea (2006)) e per pesci di acqua dolce (Dunham et al. (2002), Cade and Noon (2003)).

Grazie all'implementazione delle curve di habitat suitability così trovate nel software PHABSIM e con l'applicazione delle Equazioni di *Suitability* è stato possibile ricavare delle nuove curve rappresentanti l'andamento della Weighted Usable Area (WUA) in funzione della portata. La WUA è un indicatore

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

ambientale che rappresenta la quantità e qualità dei diversi habitat in termini di area utilizzabile da ogni specie.

Sia per quanto riguarda la raccolta dei dati idraulico-morfologici utili alla taratura del modello, sia per ciò che concerne le misurazioni dirette alle diverse portate di riferimento, l'area del fiume studiata viene suddivisa in frazioni dette celle, ognuna delle quali presenta omogenee caratteristiche idraulico-morfologiche; ogni cella è in pratica descritta, per ogni portata, da un valore di velocità, di profondità e di granulometria del substrato e rappresenta un microhabitat (fig. 5.4).

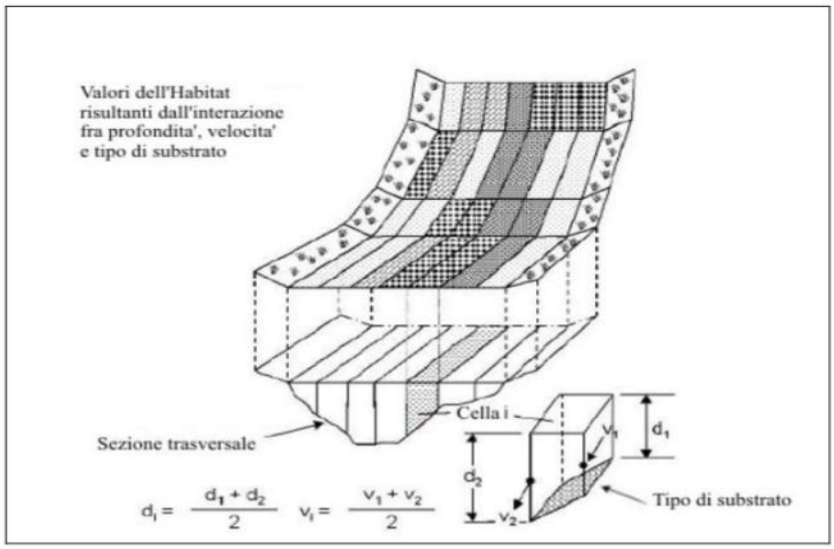


Figura 5.4: Suddivisione di un tratto di fiume in celle e calcolo delle variabili del microhabitat (in questo caso velocità della corrente e profondità) per ogni singola cella.

La WUA è calcolata in ogni cella per ognuna delle portate di simulazione; i valori delle "n" celle vengono poi sommati, in modo da ottenere l'indice sintetico relativo all'intero tratto.

$$WUA = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot f_v(v_i) \cdot fh(h_i) \cdot fb(b_i)$$

in cui:

- WUA (Weighted Usable Area) per l'organismo target;
- Ai: Area Disponibile per ciascuna delle celle in cui viene suddiviso il tronco fluviale;
- fv(Vi), fh(hi), fb(bi): coefficienti correttivi (velocità V, tirante idrico h, substrato di fondo b) desunti dalle curve di idoneità per ciascuna cella (caratterizzata dal pedice i);

Nel caso in esame è stato utilizzato un solo coefficiente correttivo per ogni cella ed in particolare quello della variabile più stringente dato che le curve prodotte valutano l'effetto limitante delle diverse variabili e non l'effetto medio di ciascuna.

Curve di habitat suitability

Le curve di idoneità sono l'elemento fondamentale nella stima dell'habitat favorevole alla sopravvivenza ed alla riproduzione della specie ittica presa in esame (specie target individuata: *Salmo trutta spp*.). Tali curve consentono di ottenere la stima dell'area necessaria affinché l'ecosistema acquatico, nella fattispecie la fauna ittica, possa svolgere le sue funzioni vitali. Le curve d'idoneità sono rappresentate in un sistema

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

cartesiano nel quale l'ascissa e l'ordinata riportano rispettivamente la variabile ambientale e il grado di idoneità, riferito ad un intervallo compreso fra 0 e 1.
Di seguito sono riportate le curve di idoneità per la densità (ind/mq) e per lo *standing crop* (grammi/mq) per trota fario appenninica in forma di tabella e grafica.

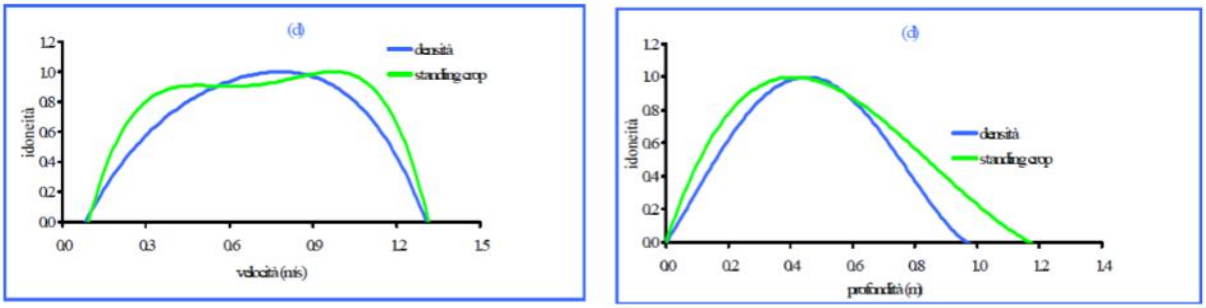


Figura 5.5: curve di idoneità per profondità e velocità di corrente della trota fario (Salmo trutta spp.) in torrente Appenninico.

Di seguito sono riportate le equazioni che descrivono la *suitability* per profondità e velocità di corrente per trota fario appenninica (Tab. 5.6) (da Bicchi et al., 2006 e Rimbaldi et al., 1997 , modificato).

	Suitability per Profondità		**Suitability per Velocità di Corrente**	
Specie target	**Equazione per Densità**	**Equazione per Standing crop**	**Equazione per Densità**	**Equazione per Standing crop**
Trota fario *(Salmo trutta spp.)*	Ih=8,9949h4-15,55h3+3,6132h2+2,9285h (R^2=0,85)	Ih=-0,8213h4+5,2623h3-9,8686h2+5,6571h (R^2=0,77)	Iv=-2,2801v4+5,4234v3-6,4787v2+4,5453v-0,3334 (R^2=0,88)	Iv=-9,9213v4+27,343v3-26,999v2+11,428v-0,8537 (R^2=0,73)

Tabella 5.6: Equazioni di *Suitability* per le specie target trota fario.

Generalmente le curve di idoneità presentano un andamento a campana, la cui ampiezza è pari all'ambito dei valori compatibili con lo sviluppo dell'organismo e il cui picco indica la zona di condizioni ottimali. Il grado di idoneità del parametro utilizzato nella costruzione della curva è solitamente identificabile secondo tre diversi intervalli (Thomas & Bovee, 1993):
- intervallo ottimale: intervallo di idoneità con valori maggiori o uguali a 0.7;
- intervallo utilizzabile: si tratta di un intervallo di idoneità non ottimale ma comunque gradito e corrisponde ad un intervallo di preferenza compreso fra 0.2 e 0.7.
L'intervallo comprendente l'habitat ottimale e quello utilizzabile (osservazioni di ittiofauna fino al 95% oppure con preferenza maggiore o uguale 0.2) è definito idoneo. I valori di idoneità inferiori a 0.2 costituiscono l'intervallo non utilizzabile o non idoneo.
I criteri biologici per la costruzione delle curve di preferenza sono primariamente indirizzati a quei parametri dell'ambiente acquatico legati alla distribuzione della fauna ittica e sono direttamente collegati al flusso della corrente e alla morfologia dell'alveo: profondità, velocità, temperatura e Channel Index (copertura di fondo e substrato).

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

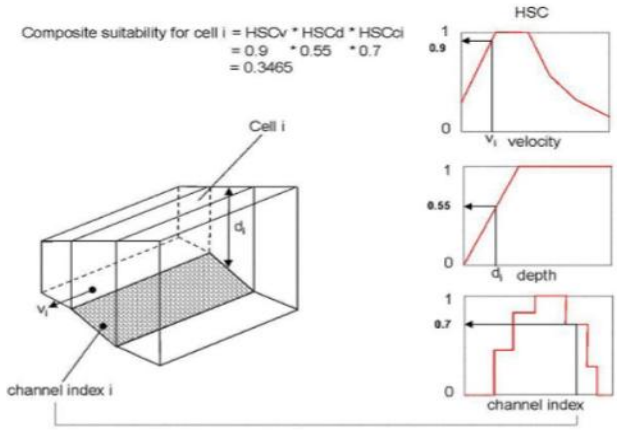


Figura 5.7: Relazione esistente tra cella e curve di idoneità. Da Waddle, T.J., 2001

Le curve di idoneità da inserire nel modello di PHABSIM sono state create tramite l'utilizzo della regressione quantile. E' stato possibile individuare delle relazioni tra le abbondanze delle diverse specie e le variabili ambientali misurate in questo studio e riportate nel capitolo successivo. L'utilizzo della regressione quantile è stato preferito alle convenzionali tecniche statistiche che permettono di stimare solamente la densità media poiché permette di esaminare le risposte degli organismi a seconda di limiti superiori imposti dai fattori limitanti nonostante l'elevata dispersione dei dati lungo i gradienti che normalmente si rileva nei dati di campo. L'utilizzo della densità media spesso porta ad errori nell'interpretazione delle risposte degli organismi alle variabili considerate in quanto non permette di tenere conto dell'alta variabilità delle risposte biologiche.

I parametri dell'ambiente acquatico che sono stati presi in considerazione sono stati scelti tra quelli più strettamente legati alla distribuzione delle comunità biologiche; tra questi sono stati isolati i seguenti: profondità, velocità della corrente e natura del substrato.

Sono stati poi individuati gli organismi target per queste analisi; per le comunità ittiche si è scelto di studiare *Salmo trutta spp.* in tutti i suoi stadi di vita.

Dalle precedenti relazioni è stato quindi possibile individuare tre stadi di vita per cui viene determinata la disponibilità di habitat, poiché durante le fasi di crescita gli esemplari possono presentare una preferenza diversa per i vari parametri idraulici e morfologici. Gli stadi individuati sono:

- stadio giovanile;
- stadio adulto;
- deposizione delle uova.

Dalle curve si osserva come per uno stesso tratto fluviale, la simulazione di habitat disponibile possa essere anche molto diversa. Vengono qui di seguito mostrate le curve di idoneità relazionate ai fattori limitanti.

<u>Stadio Giovanile</u>

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

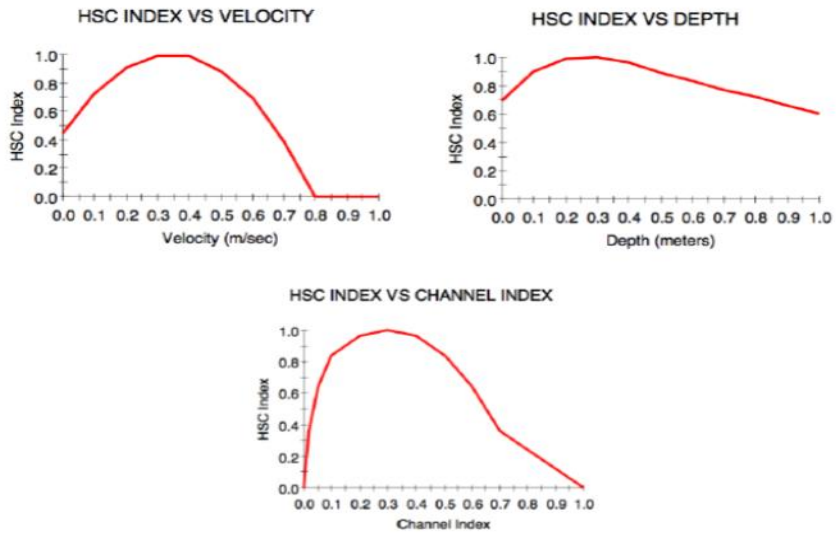


Figura 5.8: curve di idoneità per la trota allo stadio giovanile

Si osserva un andamento a campana delle curve di idoneità relazionate con la velocità ed il substrato (channel index) in cui l'ampiezza della campana è data dai valori compatibili con lo sviluppo dell'organismo e il picco mostra la situazione di ottimo. Per quanto riguarda l'andamento della profondità questo andamento è meno marcato anche se si può comunque osservare un picco per valori di profondità non elevati; questo indica come tra i tre parametri, la profondità sia il fattore che meno limita la presenza di trote allo stadio giovanile.

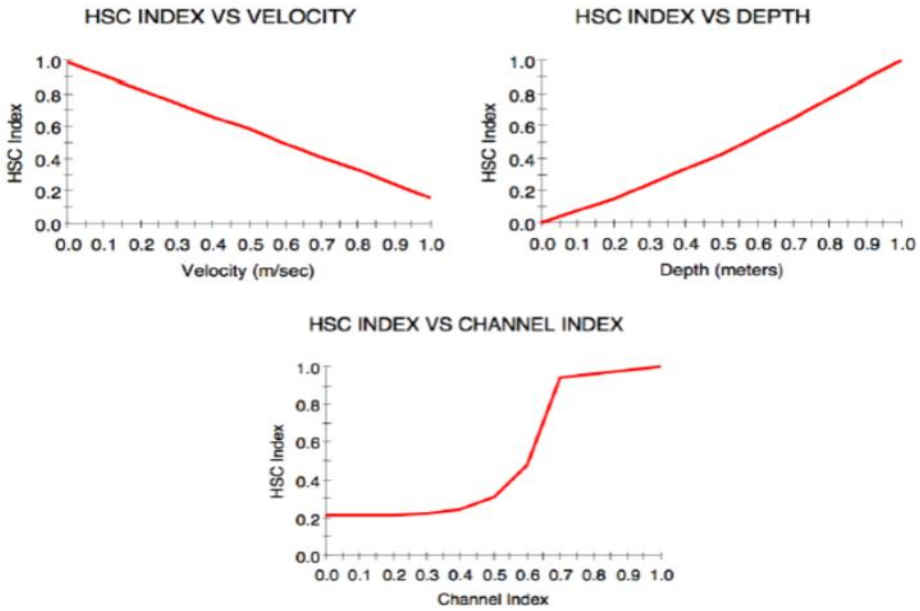


Figura 5.9: curve di idoneità per la trota allo stadio adulto

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Lo stato adulto della trota fario risponde in maniera molto diversa ai parametri idromorfologici considerati. In nessuna delle tre curve è più presente l'andamento a campana, mentre appare molto evidente come la velocità e la profondità limitino l'idoneità con andamenti tra loro opposti: si ha infatti idoneità massima per basse velocità e alte profondità e minima per la situazione contraria. Il substrato mostra un incremento di preferenza molto marcato per substrati di diametro medio-alti.

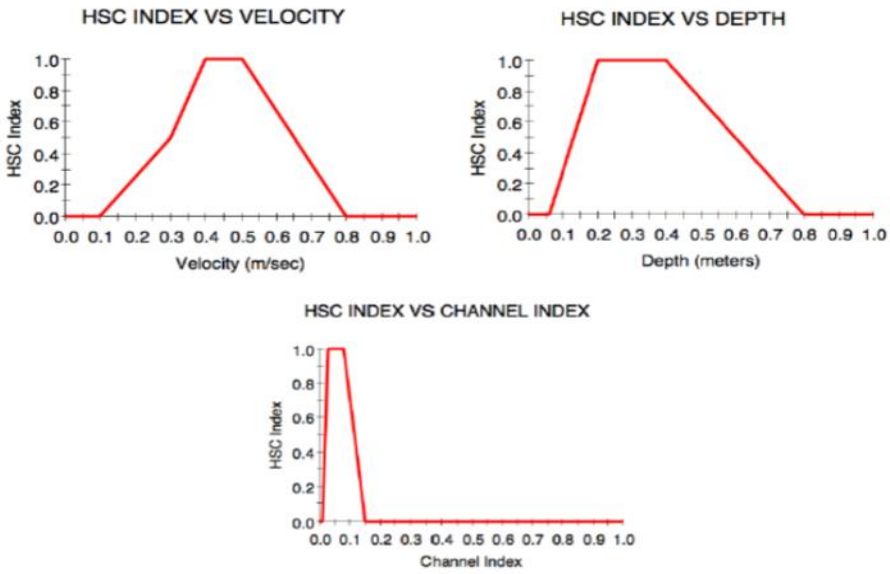


Figura 5.10: curve di idoneità per la deposizione delle uova della trota fario

Risultati Metodo MSA

Di seguito vengono riportate le sezioni scelte come rappresentative dei mesohabitat individuati nel tratto investigato del Torrente Frigido. Come previsto dalla applicazione pratica del modello utilizzato sono state individuate diverse "sezioni-tipo" per ogni habitat ritenuto rappresentativo dallo studio MPA, dove sono stati misurati velocità di corrente (Flowmeters®JTD Instruments) e profondità dell'acqua. I transetti individuati sono indicati e georeferenziati nelle seguenti figure e tabelle.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

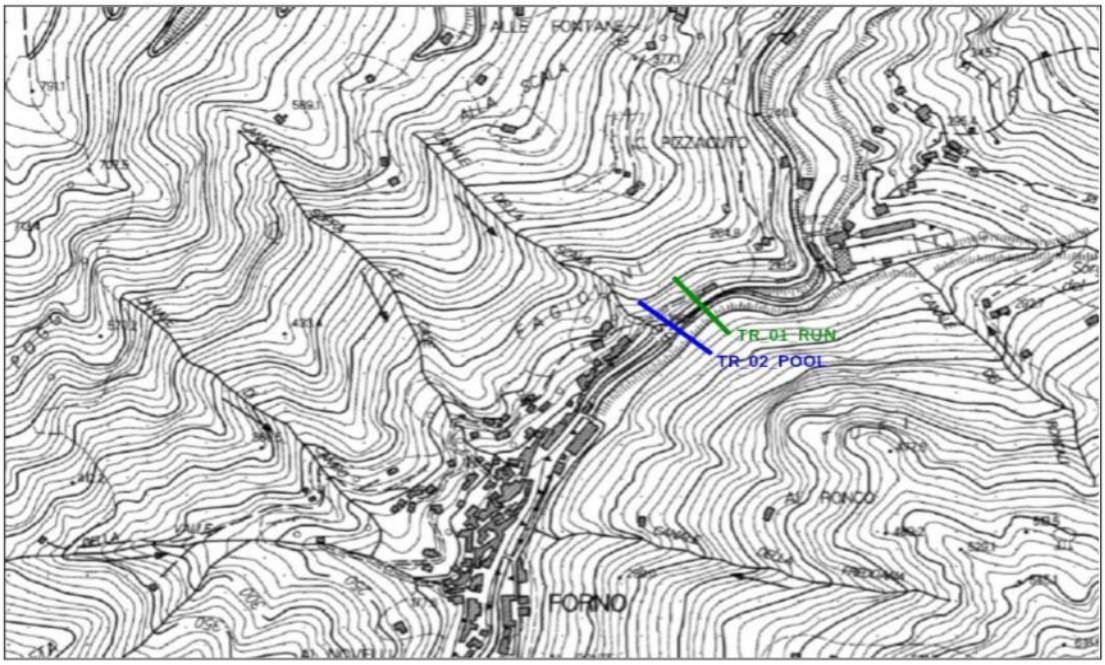


Figura 5.11: Transetti individuati rappresentativi dei Mesohabitat rilevati

Poiché la metodica prevedrebbe di eseguire anche la verifica con valori di portata prossimi al valore del DE ipotizzato o proposto, sono state eseguite misure con portate di magra spinta. Sono state fatte misurazioni a portate inferiori alla Q_{nat} in epoca invernale durante una importante siccità prolungata. Il DMV da autorizzazione risulta 10 l/s. In data 02/02/2022 erano presenti nel tratto sottoposto a derivazione circa 86 l/s. L'apporto maggiore è dato dal ramo affluente del T. Frigido denominato Canale Secco. Sono stati considerati i mesohabitat maggiormente rappresentativi, in termini di superficie di alveo bagnato, nel tratto di torrente sotteso alla derivazione. Come risulta dalle indagini svolte i mesohabitat maggiormente rappresentati sono il Glide (Run) (24.17%) e il Pool (41.1%), che vengono presi come riferimento per lo studio. In n° 2 siti nel tratto sotteso, sono stati considerati i transetti trasversali rappresentativi (due repliche spaziali per transetto a portate variabili). Da un punto di vista tecnico per ogni transetto è stata rilevata la sezione trasversale con apposita campagna di rilievo topografico mediante l'ausilio dello strumento teodolite e telemetro laser. Lungo il transetto è stata registrata la velocità di corrente, la variazione della quota e la profondità dell'acqua. La distanza media tra una misura e la successiva è stata di 25 cm.

Analizzando la curva di durata delle portate naturali interpolata alla curva di durata della derivazione idroelettrica, è stato possibile determinare la situazione delle portate dei transetti indicati. Di seguito viene riportata la curva di durata del Torrente Frigido nel tratto sotteso alla derivazione.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

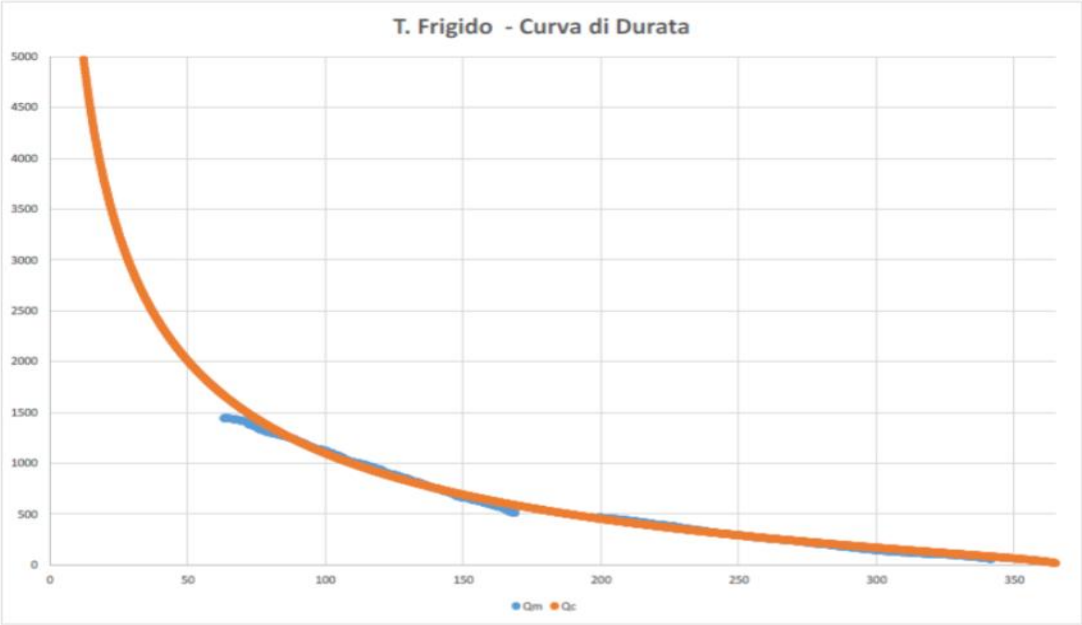


Figura 5.12: curva di durata del Torrente Frigido loc. Forno (MS)

Dati Impianto			
Qnat	1.113	m^3/s	Portata media naturale Torrente Frigido
Qmax	1.550	m^3/s	Portata max di derivazione
Qmin	0.100	m^3/s	Portata minima di derivazione
DMV	0.010	m^3/s	Portata modulata di deflusso non derivato
QmediaDer	0.650	m^3/s	Portata media di derivazione

Alla luce delle caratteristiche riportate di deflusso naturale e derivato nei diversi periodi, si propone un DMV basato su calcoli matematici e dal presente studio di Mesohabitat. Al fine di prevedere le dinamiche e gli impatti derivati dall'esercizio dell'impianto idroelettrico, sulla base delle curve di durata e del DMV proposto sono state eseguite due condizioni spaziali per ogni transetto individuato. Si è ritenuto sufficiente eseguire due repliche relative alle portate presenti sul campo in un momento di massima criticità e quello del solo DMV.

Le portate riscontrate nei giorni di indagine sono risultate le seguenti:

- Q 866 l/s in data 02/02/2022 (portata relazionata alla condizione di magra, inferiore alla portata media naturale). Cod. FR_MESO_A;

Simulazione tramite software PHABSIM delle condizioni di esercizio di impianto con DMV (DE) di 10 l/s escludendo l'apporto del Canale Secco e di eventuale parte non turbinata:

- Q 10 l/s (portata relazionata alla condizione di derivazione media). Cod. FR_MESO_B;

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Di seguito sono riportati i parametri misurati per ogni transetto durante le rilevazioni alle diverse portate indicate.

	Codice rilievo: FR_MESO_A	
Parametri	Sezione TR_01_RUN	Sezione TR_02_POOL
Portata (m3/s)	0,86	0,86
Larghezza bagnata (m)	2.7	3.7
Profondità media (cm)	12	51
Area liquida (mq)	0.324	1.887
Velocità media (m/s)	0,17	0,12
	Codice rilievo: FR_MESO_B	
Parametri	Sezione TR_01_RUN	Sezione TR_02_RIFFLE
Portata (m3/s)	0.010	0.010
Larghezza bagnata (m)	1.6	2.9
Profondità media (cm)	8	42
Area liquida (mq)	0.128	1.218
Velocità media (m/s)	0,14	0,10

Tabella 5.7: risultati dei parametri rilevati alle diverse portate nei transetti individuati

Come è possibile rilevare dalla tabella precedente, la riduzione di area liquida in condizioni di DMV modulato non risulta mai inferiore al 55-60% della portata effettiva in magra spinta. Infatti il DMV proposto è 10 l/s. Dall'analisi della curva di portata e dai giorni effettivi di esercizio risulta un rilascio medio annuo superiore non turbinato molto maggiore. Questo maggior apporto è dovuto al fatto che per molti giorni all'anno (circa 90) insistono portate superiori a quelle di derivazione sommate al DMV proposto in quel periodo anche grazie all'apporto dell'affluente Canale Secco. Bisogna anche tenere in considerazione il fatto che nei mesi estivi si attua il fermo macchine. Per molti giorni la derivazione non operante permette un deflusso naturale maggiore al DMV proposto.

Per mezzo dei dati ottenuti dalle misurazioni sul campo con portate naturali di magra, e quindi con portate simulate prossime al DMV proposto, sono stati calcolati i livelli di Idoneità per le specie target. Per il calcolo sono state utilizzate le Equazioni di Suitability riportate nelle tabelle precedenti e valori di letteratura.
Sono state calcolate le idoneità di habitat per diversi organismi target caratterizzanti il corso d'acqua. Per le comunità ittiche sono riportati i dati di idoneità della trota Fario (*Salmo trutta spp.*) calcolati in tutti i suoi stadi di vita, e in particolare allo stadio giovanile, allo stadio adulto e nella fase di deposizione delle uova.
Di seguito le tabelle di idoneità *Salmo trutta spp*. per il tratto sotteso all'impianto proposto.

FR_MESO_A 86 l/s									
parametri		FR_MESO_TR_01RUN				FR_MESO_TR_02POOL			
		valore	j	a	u	valore	j	a	u
Profondità cm	densità	12	0,99	0,71	1	51	1	0,65	1
	stand. Crop	12	0,99	0,71	1	51	1	0,65	1
Velocità m/s	densità	0,17	0,96	0,6	0,82	0,12	0,98	0,67	0,97
	stand. Crop	0,17	0,94	0,6	0,84	0,12	0,96	0,66	0,96

Tabella 5.8: parametri di *suitability* per il trota fario con portate naturali di 0,106 m^3/s (j:giovani, a:adulti, u:deposizione)

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

FR_MESO_B 10 l/s									
parametri		FR_MESO_TR01RUN				FR_MESO_TR02POOL			
		valore	j	a	u	valore	j	a	u
Profondità cm	densità	8	0,83	0,8	0,73	42	0,86	0,7	0,75
	stand. Crop	8	0,82	0,81	0,73	42	0,85	0,68	0,76
Velocità m/s	densità	0,14	0,85	0,65	0.69	0,10	0,65	0,77	0,61
	stand. Crop	0,14	0,83	0,66	0,69	0,10	0,64	0,79	0,60

Tabella 5.9: parametri di *suitability* per il trota fario con portate naturali di 0,010 m^3/s (j:giovani, a:adulti, u:deposizione)

Se si prende in considerazione la Scala qualitativa dell'Indice di Accoglienza (Chiussi ed Al., 2009) si può notare come la media dei valori ottenuti risulti superiore alla sufficienza.

Indice	Accoglienza
<0,30	molto scarsa
0,30 - 0,50	scarso
0,50 - 0,70	sufficiente
0,70 - 1,00	buono
1	ottimo

Tabella 5.10: Scala qualitativa Indice di Accoglienza (da Chiussi et al., 2009)

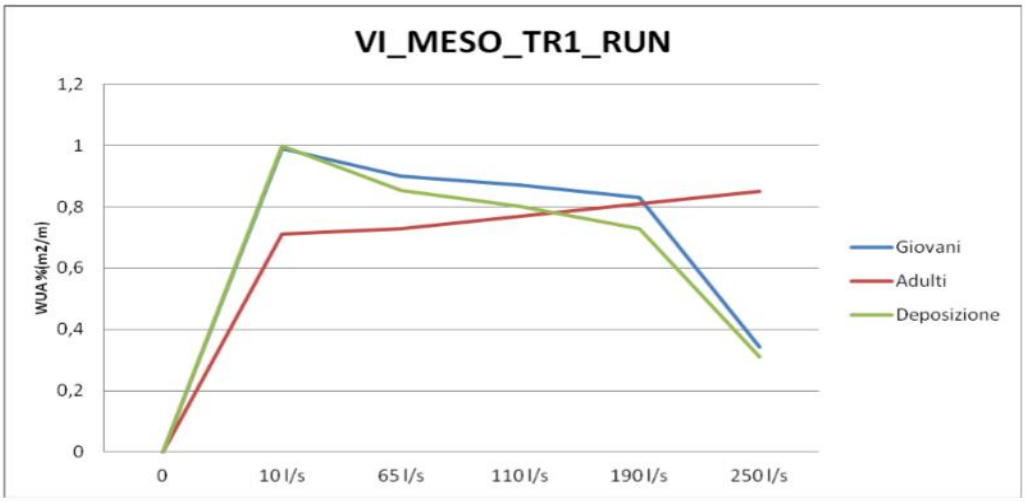
Analisi dei dati di idoneità

Analizzando i dati di idoneità di habitat alle diverse portate rilevate e nei diversi transetti individuati è possibile notare come la profondità e la velocità di corrente influenzino i diversi stadi vitali di *Salmo trutta spp.* ma che nel contempo non risultino mai un fattore limitante. Come è possibile osservare dalle tabelle precedenti i valori di idoneità variano per tutte e tre gli stadi vitali pur mantenendo valori di accoglienza significativamente buoni sia di densità che di biomassa. Per quanto riguarda lo stadio adulto si ha un calo dell'idoneità alla profondità e velocità del 30-40% da valori ottimali nelle sezioni di run e pool con portate inferiori al DMV proposto, ma mantenendo comunque valori superiori alla sufficienza. Per quanto riguarda gli stadi giovanili non si rilevano modificazioni significative e limitanti. Mentre si raggiungono valori buoni per l'idoneità alla velocità nelle sezione di pool e run alle portate prossime alla portata misurata in magra spinta.

Dalla combinazione delle aree disponibili ottenute attraverso il rilievo delle sezioni alle diverse portate, e quindi attraverso il dimensionamento delle celle, per i valori di idoneità di habitat è possibile ricavare i grafici di WUA in relazione alle diverse portate. Inserendo i valori di idoneità, ricavati dallo studio, nel modello PHABSIM è stato possibile ricostruire l'andamento delle WUA in funzione della portata. Di seguito sono riportati i risultati ottenuti.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/



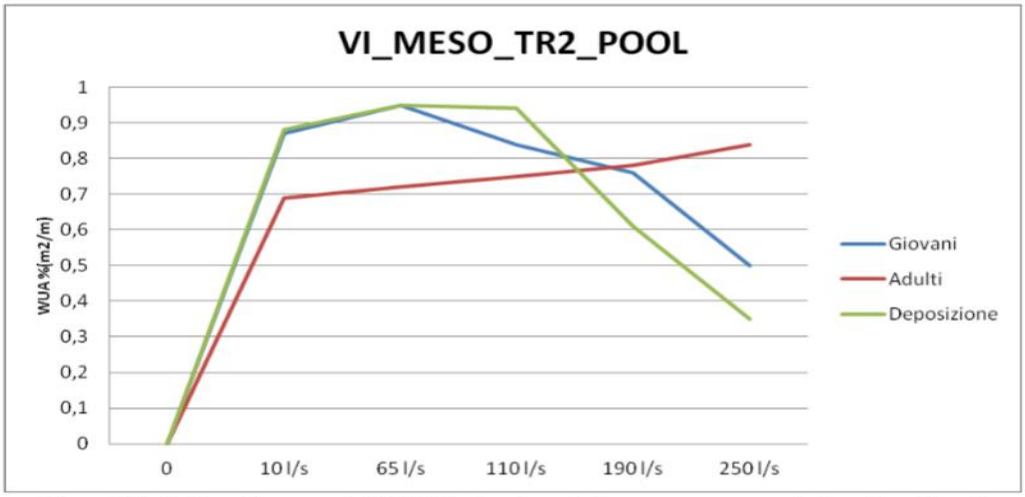


Figura 5.13, 5.14: andamento delle WUA in funzione della portata per trota fario a diversi stadi

Come è possibile osservare dai grafici precedenti la WUA risulta ottimale alle portate di DMV proposto per gli stadi giovanili e di deposizione delle uova da parte dei salmonidi. Lo stadio adulto presenta un fattore limitante nelle WUA su portate di DMV ma con valori non inferiori alle condizioni sufficienti.

Dai grafici è possibile osservare come la derivazione non inciderà in maniera negativa sulla disponibilità di area ponderata disponibile per la fauna ittica.

INDICE DI INTEGRITÀ DELL'HABITAT FLUVIALE – IH

Attraverso la metodologia dei Mesohabitat applicata è possibile quantificare la disponibilità di habitat nelle condizioni idromorfologiche di interesse facendo un con condizioni idromorfologiche di riferimento e allo stesso tempo simulare gli impatti di future alterazioni.
L'applicazione dell'Indice di Integrità dell'Habitat fluviale – IH permette di valutare la variabilità spazio-temporale degli habitat in condizioni attuali e future e associare un efficace indicatore numerico ai fini della gestione del corso d'acqua derivato. Nello specifico, l'IH viene derivato da due sub-indici, l'ISH – indice di disponibilità Spaziale di Habitat e l'ITH – Indice di disponibilità Temporale di Habitat, consentendo di

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

valutare l'integrità degli habitat in presenza di pressioni antropiche sia in ambito idrologico che morfologico. L'IH è derivato dall'aggregazione dei suddetti sub-indici ISH e ITH, ed è definito come il minimo tra i valori dei due indici:

$$IH = min(ISH, ITH).$$

L'ITH valuta la variazione temporale nella durata di eventi di stress per la fauna. La misura e il calcolo di questo indice prevede una serie storica di misurazioni di almeno 5 anni. Per questo motivo, attualmente, il calcolo dell'IH è stato estrapolato a partire dalla misura e calcolo dell'Indice ISH. L'ISH quantifica l'alterazione della quantità spaziale di habitat in un periodo di tempo determinato. Nel nostro studio è stato preso come riferimento la condizione idromorfologica rilevato sul campo in data 02/02/2022 con portate prossime a quelle naturali (misurati 86 l/s), e come riferimento in condizioni alterate il valore di DE inteso come massima condizione di pressione su base annuale.

$$\mathrm{ISH} = \min\left(\begin{cases} 1 - \frac{|A_{Hd,r} - A_{Hd}|}{A_{Hd,r}}, \frac{|A_{Hd,r} - A_{Hd}|}{A_{Hd,r}} \leq 1 \\ 0, \frac{|A_{Hd,r} - A_{Hd}|}{A_{Hd,r}} > 1 \end{cases}\right)_{\mathrm{specie}}.$$

Avendo calcolato le disponibilità di area nelle diverse condizione indicate possiamo assumere come condizione di habitat disponibile con 86 l/s il parametro $A_{Hd,r}$, e come condizione alterata con DE di 10 l/s il parametro A_{Hd}.

Il calcolo dell'ISH è riferito alla specie target Trota fario. Il valore di ISH calcolato risulta:

ISH = 0,78

Avendo ritenuto l'indice ITH non significativo in questa fase di previsione si passa al calcolo dell'indice IH attraverso il solo indice ISH:

IH = min (ISH, ITH)

IH = 0,78

In accordo all'impostazione della Direttiva Quadro Acque, l'integrità dell'habitat viene definita nelle cinque classi sotto riportate in tabella.

IH	CLASSE
IH ≥ 0.80	ELEVATO
0.60 ≤ IH < 0.80	BUONO
0.40 ≤ IH < 0.60	SUFFICIENTE
0.20 ≤ IH < 0.40	SCADENTE
IH < 0.20	PESSIMO

Tabella 5.15: classi di integrità dell'habitat secondo l'indice IH

Risultando l'IH con valore di 0,78 possiamo affermare che l'Indice IH viene classificato nello stato BUONO.

Dalla bibliografia l'indice IQM risulta 0.73, con giudizio Buono.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Volendo esprimere un giudizio sintetico sulla base dei dati raccolti e della condizione di elevata naturalità del torrente Frigido nel tratto oggetto di studio, si può assumere valida la classificazione per gli indici menzionati con valori di giudizio di qualità idromorfologica di BUONO.

6R. COMPONENTE FAUNA ITTICA (Indice NISECI)

Obiettivi

Le finalità del monitoraggio sulla componente faunistica saranno quelle di definire e valutare la struttura e la dinamica di popolazione delle specie ittiche presenti nel tratto di torrente Frigido nei pressi delle opere oggetto di studio.
La gestione ittica del Torrente Frigido nel Comune di Massa è affidata all'associazione Apuania Frigido APS.
Periodicamente vengono effettuate semine con trote mediterranee adulte e con avannotti per mantenere le popolazioni ittiche a fini alieutici.
In data 15/11/2021 è stato effettuato un ripopolamento con trote autoctone mediterranee nel tratto a monte dell'abitato di Forno (tratto sotteso alla derivazione) e a valle dell'abitato di Forno fino al paese di Canevara. Sono stati rilasciati circa 300 kg di trote adulte della misura 22/30 cm. Questo per ottenere una densità media di circa 0.25 ind./m^2. La stessa operazione è stata eseguita a febbraio 2022.

Metodologie di rilevamento

A seguito della tipologia di gestione ittica presente si è scelto di operare con la modalità di campionamento più speditiva e meno invasiva che ha permesso di definire con assoluta affidabilità la popolazione ittica del tratto studiato. Il monitoraggio delle cenosi ittiche ha previsto l'applicazione della metodologia visual census. Il tratto analizzato, presentando volume idrico ridotto e portate contenute si presta particolarmente a questa tipologia di indagine. Il Censimento Visuale, appunto in inglese *Visual Census*, è una tecnica di campionamento che si svolge in immersione a zero impatto ambientale che permette di censire la flora e la fauna ittica semplicemente con l'osservazione delle specie e la registrazione degli avvistamenti.
E' effettuato in immersione sia con ausilio di autorespiratore che in apnea secondo dei sistemi di rilevazione precedentemente definiti. Può essere effettuato mediante la tecnica del *transetto lineare* (da monte verso valle nel tratto prescelto) o tramite la tecnica del *transetto circolare* (registrazione delle specie in un'area circolare delimitata da una cima tesa tra fondo e superficie nel caso di buche profonde e con scarsa corrente).
È stata scelta questa tipologia di indagine al fine di non generare stress alla fauna rilasciata e non alterare la distribuzione operata a fini sportivi dall'associazione.
Per il presente studio sono state individuate due stazioni di monitoraggio rispettivamente a monte del rilascio e a valle dello scarico dell'impianto idroelettrico.
A tal fine ogni individuo visualizzato dovrà essere riconosciuto in specie, dimensioni e conteggiato. Questo permetterà di ottenere un dato qualitativo e semiquantitativo assegnando ad ogni specie ittica rilevata valori di abbondanza e fornendo indicazioni sulla struttura delle relative popolazioni.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Di seguito sono indicati i due tratti di 100 metri lineari ciascuno, FR_NISECI_01 e FR_NISECI_02 dove è stato effettuato il monitoraggio visuale.

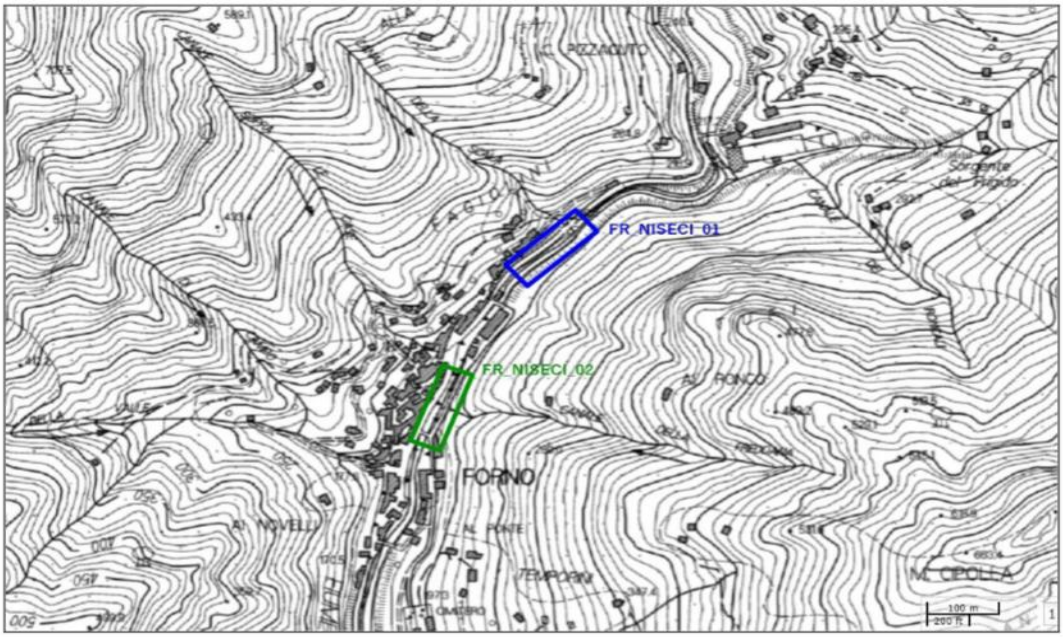


Figura 6.1: area di monitoraggio visual census

I monitoraggi sono stati realizzati in data 03/02/2022, in condizioni di magra e ottimale trasparenza delle acque del torrente Frigido.

Di seguito sono riportati i risultati dell'indagine visual census:

Data	03/02/2022
Corso d'acqua	T. Frigido
Stazione	FR_NISECI_01
Località	A monte del rilascio
Varie	zona salmonidi
Lunghezza stazione	100 m
Larghezza media stazione	3,5 m
Superficie alveo stazione	350 mq
N° totale Salmonidi (*Salmo trutta*)	80
Densità salmonidi tot. (individui/mq)	0,228
N° totale Vaironi	22
Densità Vaironi ind/mq	0,062
N° totale pesci	102
Densità totale pesci ind/mq	0,291

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Data	03/02/2022
Corso d'acqua	T. Frigido
Stazione	FR_NISECI_02
Località	A valle del rilascio
Varie	zona salmonidi
Lunghezza stazione	100 m
Larghezza media stazione	5,5 m
Superficie alveo stazione	550 mq
N° totale Salmonidi (*Salmo trutta*)	154
Densità salmonidi tot. (individui/mq)	0,28
N° totale Vaironi	6
Densità Vaironi ind/mq	0,010
N° totale pesci	160
Densità totale pesci ind/mq	0,290

Alcune immagini del campionamento tramite tecnica non invasiva di censimento visuale.

Figura 6.2: *Visual census* - fasi di immersioni subacquee

Come riportato dalle schede di campionamento sono state confermate le presenze delle seguenti specie ittiche per le stazioni FR_01 e FR_02:

Trota fario (*Salmo trutta sp.*): non inserita nella Direttiva CEE 92/43; lista rossa IUCN stato LC;
Vairone (*Telestes multicellus*): all. II Diretticva CEE 92/43; lista rossa IUCN stato LC;

Le abbondanze numeriche espresse come densità (ind/m^2) permetterà un confronto con le successive azioni di monitoraggio.
Non è stata rilevata la presenza di altre specie ittiche, confermando i dati della carta ittica provinciale e regionale.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Discussione dei risultati e calcolo NISECI

Specie presenti e principali parametri biologici

A seguito delle attività di campionamento effettuate è stato possibile definire la composizione della comunità ittica presente (check-list) lungo i tratti di fiume oggetto del presente studio. Sulle catture effettuate è stata eseguita un'indagine di tipo semi-quantitativo finalizzata ad esprime i risultati assegnando ad ogni specie ittica rilevata valori di abbondanza e fornendo un'indicazione sulla struttura delle relative popolazioni. L'indice di abbondanza (I.A.) è stato attribuito secondo Moyle & Nichols (1973) e definito come nella seguente tabella.

Codice - Abbondanza	Descrizione
1 - raro	1-2 individui in 50 m lineari
2 - presente	3-10 individui in 50 m lineari
3 - frequente	11-20 individui in 50 m lineari
4 - comune	21-50 individui in 50 m lineari
5 - abbondante	>50 individui in 50 m lineari

Tabella 6.1: indice di abbondanza semi-quantitativo (I.A.) secondo Moyle & Nichols (1973)

Per quanto riguarda la struttura delle popolazioni ittiche presenti è stato adottato un indice semplice che tiene conto della struttura relativa di popolazione evidenziando come gli individui raccolti nel campionamento si distribuiscono nelle varie classi d'età.

Indice di struttura di popolazione	Livello di struttura di popolazione
1	popolazione limitata a pochi esemplari
2	popolazione non strutturata - dominanza delle classi adulte
3	popolazione non strutturata - dominanza delle classi giovanili
4	popolazione strutturata - numero limitato di individui
5	popolazione strutturata - abbondante

Tabella 6.2: Indice e Livello di struttura di popolazione.

Di seguito si propone l'elenco delle specie rinvenute nelle due stazioni di campionamento con i relativi indici di abbondanza e di struttura di popolazione attribuiti sulla base delle metodologie precedentemente descritte.
Vengono riportati sinteticamente i risultati della campagna di studio effettuata in data 03/02/2022.

Risultati stazione FR_NISECI_01 in data 03/02/2022:

Stazione di campionamento	Specie	Nome comune	N. Tot. esemplari	Indice di Abbondanza	Indice di struttura di popolazione
FR_niseci_01	*Salmo trutta spp.*	Trota fario	80	4 - comune	2
FR_niseci_01	*Telestes muticellus*	Vairone	22	3 - frequente	3

Tabella 6.3: indici di abbondanza e indici di struttura di popolazione per la stazione FR_NISECI_01.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Risultati stazione FR_NISECI_02 in data 03/02/2022:

Stazione di campionamento	Specie	Nome comune	N. Tot. esemplari	Indice di Abbondanza	Indice di struttura di popolazione
FR_niseci_02	*Salmo trutta spp.*	Trota fario	154	5 - abbondante	2
FR_niseci_02	*Telestes muticellus*	Vairone	6	2 - presente	3

Tabella 6.4: indici di abbondanza e indici di struttura di popolazione per la stazione VI_NISECI_02.

Dall'applicazione degli indici proposti per l'analisi strutturale delle popolazioni, si rileva una semi-strutturata comunità ittica.

RISULTATI APPLICAZIONE NUOVO INDICE ITTICO NISECI

Materiali e Metodi

L'indice NISECI

La formulazione multimetrica dell'indice, il cui valore varia tra 0 e 1, è data da:

$$\mathbf{NISECI} = 0.1\,x_1^{0.5} + 0.1\,x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2) - 0.1\,(1 - x_3) \times \left(0.1\,x_1^{0.5} + 0.1\,x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2)\right)$$

dove:

x1 = metrica "presenza/assenza di specie indigene"

x2 = metrica "condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone"

x3 = metrica "presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene"

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ovvero il rapporto tra lo stato della comunità ittica osservata e quello della corrispondente comunità di riferimento, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza:

$$\mathbf{RQE_{NISECI}} = (log\ NISECI + 1.1283)/1.0603$$

Il processo, di intercalibrazione europeo, concluso all'inizio del 2017 (ISPRA, 2017), ha determinato la seguente suddivisione delle classi:

Stato ecologico	Area alpina	Area mediterranea
Elevato	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$
Buono	$0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$	$0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$
Moderato	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$
Scadente	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$
Cattivo	$RQE_{NISECI} < 0.20$	$RQE_{NISECI} < 0.20$

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

$\boldsymbol{x1}$ *Presenza/assenza di specie indigene*

La prima metrica confronta la composizione specifica della comunità ittica autoctona osservata con quella attesa. Le specie appartenenti ai Salmonidae sensu Nelson (comprendenti quindi anche Thymallus thymallus), Esocidae e Percidae sono definite come specie di maggiore importanza ecologico-funzionale e a ciascuna di esse è attribuito un valore pari a 1.2, le altre specie hanno valore 0.8. Il valore della metrica è quindi corrispondente a:

$$\boldsymbol{x_1} = (1.2\, n_i + 0.8\, n_a)/(1.2\, m_i + 0.8\, m_a)$$

dove:

ni = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale campionate

na = numero di altre specie autoctone campionate

mi = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale attese

ma = numero di altre specie autoctone attese

La metrica può assumere quindi un valore compreso tra 1 (presenza di tutte le specie attese) e 0 (assenza di tutte le specie attese).

$\boldsymbol{x2}$ *Condizione biologica delle popolazioni*

La condizione biologica di ciascuna delle specie autoctone attese presenti è data dall'integrazione tra struttura di popolazione (submetrica "a", con peso 0.6) e consistenza demografica o abbondanza (submetrica "b", con peso 0.4). I calcoli si suddividono in più criteri i cui passaggi sono descritti nelle linee guida nel Manuale NISECI (2017) pubblicato dall'ISPRA.

$\boldsymbol{x3}$ *Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene*

Le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona La metrica x3 può assumere un valore compreso tra 0 e 1, che viene attribuito secondo le seguenti modalità:

Assenza di specie aliene x3 = 1

Presenza di specie appartenenti alla lista 1, con almeno una popolazione ben strutturata x3 = 0

Numero totale di pesci alieni ≥ numero totale di pesci autoctoni (appartenenti alle specie attese) x3 = 0

In tutti gli altri casi viene seguito un procedimento diviso in più criteri di scelta che viene descritto nelle linee guida.

RISULTATI

Proiezione degli individui presenti nei tratti campionati

Nelle precedenti tabelle 6.3 e 6.4 sono riportati gli individui catturati per ciascuna specie e le relative proiezioni calcolate tramite il metodo dei passaggi ripetuti. Facendo riferimento alle suddette tabelle

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

riportanti gli Indici di Abbondanza e gli Indici di struttura di popolazione, si calcolano le metriche relative dell'Indice NISECI.

Metrica X_1

Il tratto studiato è da considerarsi zona dei salmonidi della Regione Italico-Peninsulare.

Per la definizione dell'elenco di specie attese il NISECI riporta tabelle molto rigide, divise secondo lo schema classico della zonazione ittica, senza prendere in considerazione le zone di transizione tra una classificazione e l'altra.

Le stesse linee guida comunque prendono atto della rigidità proposta, proponendo la definizione di comunità attese tipo-specifiche, attraverso la valutazione degli habitat effettivamente presenti nei corsi d'acqua e l'analisi storico-bibliografica delle conoscenze sulla fauna ittica di ogni singola zona di dettaglio.

Confrontando le caratteristiche del torrente Frigido presso la Località Forno e gli altri corpi idrici di uguali caratteristiche possiamo individuare una lista di specie attese composta da:

- Trota fario (*Salmo trutta*)

- Vairone (*Telestes muticellus*)

In ciascuna delle stazioni campionate è stata registrata la presenza della Trota fario e del Vairone.

La seguente tabella riporta le specie attese e aliene presenti

Specie attese	**FR_NISECI_01**	**FR_NISECI_02**
Trota fario	X	X
Vairone	X	X
Specie aliene		
nessuna		

In tabella vengono riportati i valori per la metrica X_1 relativa alle due stazioni campionate nei due periodi di riferimento:

	FR_NISECI_01	**FR_NISECI_02**
X_1	1	1

Metrica X_2

Questa metrica si compone di due parametri (entrambi da 0 a 1), una che considera la struttura di popolazione, l'altra l'abbondanza.

Il primo parametro $X_{2,a}$ si compone a sua volta di due criteri (divisi in tre classi, da 1 a 3) che si ottengono a partire dalla suddivisione in classi.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Criterio A
Il punteggio è assegnato in funzione della distribuzione degli individui tra le classi di taglia:

1	se sono popolate almeno 4 classi su 5
2	se sono popolate 3 classi su 5
3	se non sono popolate più di 2 classi su 5

Criterio B
Il punteggio è assegnato in funzione del rapporto tra il numero di adulti AD (CL4 + CL5) e il numero di giovani JUV (CL2 + CL3):

1	$0.67 \leq AD/JUV \leq 1.5$
2	$0.5 \leq AD/JUV < 0.67$ $1.5 < AD/JUV \leq 2$
3	$AD/JUV > 2$ (2ad:1juv) $AD/JUV < 0.5$ (1ad:2juv)

Le seguenti tabelle riportano i punteggi assegnati secondo i due criteri sopra descritti (sono riportati i valori anche per le specie non autoctone per valutarne la struttura di popolazione utile per la metrica X3).

$X_{2,a}$ *Criterio A*	**FR_NISECI_01**	**FR_NISECI_02**
Trota fario	1	1
Vairone	1	2

$X_{2,a}$ *Criterio B*	**FR_NISECI_01**	**FR_NISECI_02**
Trota fario	1	1
Vairone	2	2

Dall'unione dei due punteggi (seguendo le regole riportate delle linee guida del NISECI) si ottengono i seguenti risultati per la componente della metrica X2 che riguarda la struttura di popolazione:

$X_{2,a}$	**VI_NISECI_01**	**VI_NISECI_02**
Trota fario	1	1
Vairone	1	0,5

Nella seguente tabella sono presenti in punteggi assegnati alle abbondanze:

$X_{2,b}$	**VI_NISECI_01**	**VI_NISECI_02**
Trota fario	1	1
Vairone	1	0,5

Le due componenti vengono unite con i pesi già presentati nella sezione materiali e metodi dando i seguenti risultati:

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

	FR_NISECI_01	FR_NISECI_02
a	1	0.75

	FR_NISECI_01	FR_NISECI_02
b	1	0.75

	FR_NISECI_01	FR_NISECI_02
X_2	1	0.75

Metrica X_3

In questo caso vale la formula:

assenza di specie aliene X_3=1

La metrica X3 quindi assume i seguenti valori:

	FR_NISECI_01	FR_NISECI_02
X_3	1	1

Calcolo dell'RQE NISECI

Inserendo le metriche ottenute all'interno dell'equazione

$$\mathbf{NISECI} = 0.1\, x_1^{0.5} + 0.1\, x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2) - 0.1\,(1 - x_3) \times \left(0.1\, x_1^{0.5} + 0.1\, x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2)\right)$$

$$\mathbf{RQE_{NISECI}} = (log\ NISECI + 1.1283)/1.0603$$

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Si ottiene la seguente tabella che riporta i rispettivi valori di RQE NISECI e ai giudizi sintetici

	NISECI	RQE NISECI	Giudizio
FR_NISECI_01	1	1,064	ELEVATO
FR_NISECI_02	0,786	0,965	ELEVATO

Tabella 6.5: sintesi risultati NISECI

Conclusioni

La presente elaborazione dei dati, resa necessaria dalle nuove metodiche recentemente entrate in vigore per il calcolo dello stato ecologico nella sua componente "comunità ittica" (NISECI) ha determinato un giudizio medio del tratto di studio ELEVATO.

Si ritiene comunque che il valore medio NISECI (**0,893**) delle due stazioni ben rappresenti il giudizio sintetico **ELEVATO** delle comunità ittiche presenti nelle stazioni studiate secondo il nuovo indice NISECI.

Va però considerato che la significatività del dato ottenuto è relativa ad azioni antropiche di gestione e non determinate da condizioni naturali nonostante l'elevata potenzialità biologica ed ecologica del tratto studiato, come appurato dall'applicazione degli altri indici biologici precedentemente descritti.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

7R.CONCLUSIONI STATO ECOLOGICO

Lo studio eseguito ha permesso di caratterizzare diverse variabili della componente ecosistemica fluviale del Torrente Frigido. La combinazione di diverse modalità di indagine ha rilevato uno screening approfondito delle componenti utili a definire la pressione generata dalla derivazione idrica e classificare lo Stato Ecologico.

L'obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale coerente ed esauriente dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque del torrente Frigido in loc. Forno (MS). Lo "Stato Ecologico" è espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali.

Alla sua definizione in questo studio concorrono gli:

- elementi biologici EQB (Macrobenthos STAR_ICMi e IBE, Fauna Ittica NISECI, Diatomee ICMi, Macrofite RQE_IBMR)
- elementi idromorfologici, a sostegno degli elementi biologici (Indice IFF, Mesohabitat, Monitoraggio Morfologico e Ripariale, indice IQM, indice IH)
- elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici (LIMeco, macrodescrittori ed elementi chimici definiti dal D.M 260/10)

Riassumendo i risultati relativi al corpo idrico cod. IT09CI_R000TN104fi1 ottenuti si può definire:

- indagine Fauna Ittica: risultato Indice NISECI **0.893** – Giudizio ELEVATO;

- indagine operativa LIMeco: risultato indice **0.962**; stato ELEVATO;

- indagine operativa IFF: media BUONO;

- indagine operativa IBE: classe di qualità **I**, Valore di medio IBE **10**

- Indagine operativa STAR_ICMi: classe **2**, valore medio **0.874**; giudizio di qualità BUONO

- indagine operativa Mesohabitat: Indice di Accoglienza **0.885** stato BUONO con Q DMV

- indagine operativa parametri chimici e chimico/fisici a supporto: risultato Cat. A1 della tabella 1/A dell'All.2 d.Lgs. 152/2006; Conformità **IDONEA** alla vita dei pesci (salmonidi e ciprinidi), tabella 1/B All.2 D-Lgs. 152/2006.

- Indice ICMi: valore **1.075** giudizio ELEVATO

- Indice RQE_IBMR: valore **1.12** giudizio ELEVATO

- Indice di integrità dell'Habitat - IH: valore **0.78**; giudizio sintetico BUONO

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Di seguito a quanto riportato si definisce la caratterizzazione di Stato Ecologico del Torrente Frigido in Località Forno (MS) con stato BUONO.

Nel capitolo successivo viene riportata l'applicazione del DD29/STA valutazione dell'impatto e determinazione del Rischio Ambientale connesso alle derivazioni idriche in relazione a quanto riportato nella "Direttiva 2000/60/CE DQA".
A seguito del presente studio condotto secondo i dettami del DM 260/2010 e delle Linee Guida di ISPRA (IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – manuale 113 del 2014), emerge in modo chiaro che il valore ambientale del corpo idrico oggetto di studio derivi dal valore di stato ecologico BUONO.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

8R.DD29/STA - VALUTAZIONE DELL'IMPATTO E DETERMINAZIONE RISCHIO AMBIENTALE

Il **DM 4 Luglio 2019 - Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione**, all' *Art. 3, comma 5, punto c2* riserva un ruolo cardine al SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) nel determinare che *"la concessione (per accedere alla richiesta di incentivi, n.d.a.) di derivazione è conforme alle Linee guida per le valutazioni ambientali ex ante delle derivazioni idriche, approvate con d.d. n. 29/STA del 13 febbraio 2017, in particolare alle tabelle 11 e 13 dell'allegato 1 del medesimo d.d. ed alle Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale, approvate con il d.d. n. 30/STA del 13 febbraio 2017 nonché, come prescritto dal suddetto d.d. n. 29/STA del 13 febbraio 2017 in considerazione delle modifiche fisiche del corpo idrico conseguenti la concessione medesima, alle condizioni di cui all'art. 4, comma 7 della direttiva 2000/60/CE, come recepite dall'art. 77, comma 10-bis del decreto legislativo n. 152/06. La conformità è verificata e dichiarata dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA) su richiesta del concessionario e ai soli fini dell'accesso alle tariffe di cui al presente decreto, a supporto dell'autorità concedente, sulla base di una apposita istruttoria. L'autorità concedente è tenuta a fornire a SNPA ogni dato utile per l'espletamento della verifica sopra richiamata. …"*

A sua volta il **d.d. n. 29/STA del 13 febbraio 2017**, nell' *Art. 2, comma 1* detta che *"Con delibere delle Conferenze istituzionali permanenti, le Autorità di bacino distrettuali, entro il 31 dicembre 2017, adeguano ai criteri di cui all'art.1 gli approcci metodologici da utilizzare, nei territori di rispettiva competenza, per l'effettuazione delle valutazioni ambientali ex ante delle derivazioni idriche, assicurando la coerenza tra tali criteri e le misure assunte nell'ambito dei Piani di gestione delle acque"*. Ricadendo nelle competenze dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Settentrionale ci si attiene quindi alla Delibera CIP n.3 del 14/12/2017 e più in particolare all'**allegato A**, come previsto dall'*Art. 3 (Elaborati), comma 1*: *"La Direttiva Derivazioni è costituita, oltre ad una Relazione introduttiva, dai seguenti documenti:*

A) Metodologia per la valutazione delle derivazioni idriche per le acque superficiali;

B) Metodologia per la valutazione delle derivazioni idriche per le acque sotterranee."

L'allegato A inoltre sottolinea *che "…indicatori e soglie proposte dovranno in ogni caso essere oggetto di ulteriore sperimentazione fino alla loro definitiva approvazione, che avverrà con il secondo aggiornamento del Piano di Gestione (2021)"*. La seguente analisi si attiene quindi alle indicazioni più recenti in quanto non sono previste nuove indicazioni da parte dell'ADB dell'Appennino Settentrionale prima dell'anno 2021.
L'allegato "A" contiene in sintesi una serie di valutazioni che devono, alla fine dell'iter, portare all'***ammissibilità*** o meno della derivazione ed alle conseguenti prescrizioni a cui attenersi per rientrare eventualmente, fra quelli ammissibili.
Di seguito un diagramma di flusso che sintetizza l'iter previsto dall'allegato "A":

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

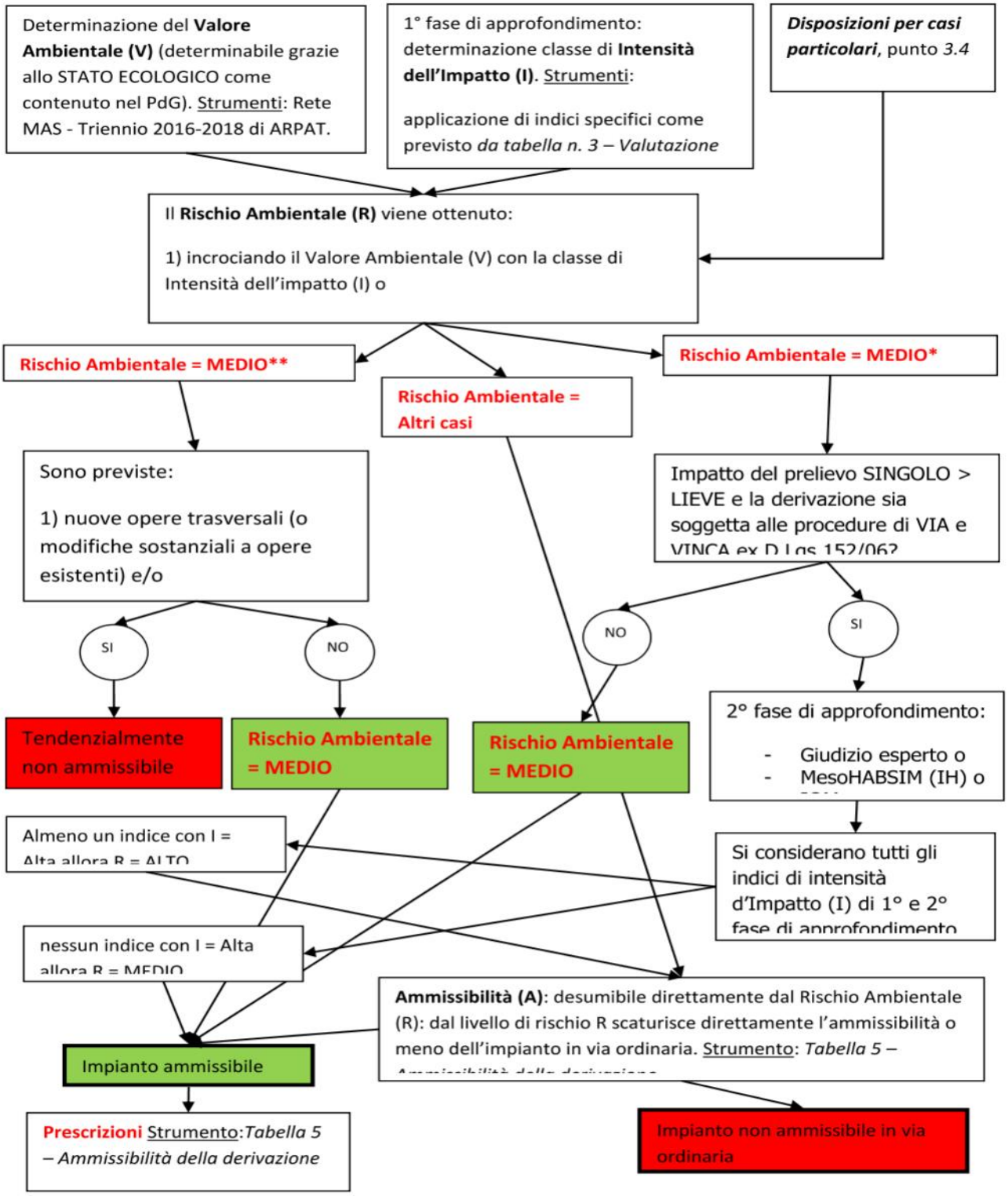


Figura 8.1 - Diagramma di flusso dell'allegato A per l'iter di determinazione dell'ammissibilità di derivazioni

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

VALORE AMBIENTALE (*V*) TORRENTE FRIGIDO

Il valore ambientale del T. Frigido nel tratto oggetto di derivazione è desunto dallo studio dello Stato Ecologico riportato in sintesi nella tabella seguente:

	valore medio 2021/22	Giudizio	Stato Ecologico
NISECI	0.893	ELEVATO	BUONO
LIMeco	0.962	ELEVATO	
IBE	10	BUONO	
STAR_ICMi	0.874	BUONO	
ICMi	1.075	ELEVATO	
IBMR	1.12	ELEVATO	
IH	0.78	BUONO	

Tabella 8.1: tabella sintetica di definizione dello Stato Ecologico del Torrente Frigido biennio 2021/2022.

Di seguito la definizione della classe di stato ecologico.

CORPI IDRICI SUPERFICIALI NATURALI	
Stato	**Definizione**
Elevato	In questi corpi idrici non si rilevano (o sono poco rilevanti) alterazioni antropiche dei valori degli elementi di qualità fisico-chimica e idromorfologica del tipo di corpo idrico superficiale rispetto a quelli di norma associati a tale tipo inalterato; i valori degli elementi di qualità biologica rispecchiano quelli di norma associati a tale tipo inalterato e non evidenziano nessuna deviazione o deviazioni poco rilevanti.
Buono	I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano livelli poco elevati di deviazione dovuti all'attività umana, ma si discostano solo lievemente da quelli di norma associati al tipo di corpo idrico superficiale inalterato.
Sufficiente	I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale si discostano moderatamente da quelli di norma associati al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. I valori presentano segni moderati di deviazione dovuti all'attività umana rispetto alle condizioni dello stato buono.
Scarso	Le acque che presentano alterazioni considerevoli dei valori di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale e nelle quali le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato, sono classificate come aventi stato di scarso.
Cattivo	Le acque che presentano alterazioni considerevoli dei valori di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale e nelle quali mancano ampie porzioni di comunità biologiche interessate di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato, sono classificate aventi stato cattivo.

Tabella 8.2 : STATO ECOLOGICO Torrente Frigido

Si attribuisce pertanto un valore ambientale V2 BUONO.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

VALORE	NATURA /STATO		
V1	CI in stato ecologico ELEVATO		
V2	CI in stato ecologico BUONO	CIFM in potenziale ecologico BUONO	
V3	CI in stato ecologico SUFFICIENTE	CIFM in potenziale ecologico<BUONO + pressioni significative di intensità limitata o in numero ridotto (in base a giudizio esperto)	CIA in potenziale ecologico BUONO
V4	CI in stato ecologico SCARSO/CATTIVO	CIFM in potenziale ecologico<BUONO + pressioni significative particolarmente intense o in numero elevato (in base a giudizio esperto)	CIA in potenziale ecologico <BUONO

Tabella 8.3: valore ambientale Torrente Frigido loc. Forno (MS)

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

INTENSITÀ DELL'IMPATTO (*I*)

Le classi d'impatto (I) sono descritte in tabella 3, allegato A del CIP n. 3 del 14/12/2017 e qui di seguito riportata:

INTENSITÀ	DESCRIZIONE
LIEVE (L)	L'impatto della derivazione non produce effetti significativi sullo stato ambientale del corpo idrico/dei corpi idrici, in quanto non determina un'alterazione significativa dello stato attuale degli elementi di qualità ambientale o superiore alle loro naturali variazioni in condizioni indisturbate.
MODERATA (M)	L'impatto della derivazione, singolo o cumulato con altri impatti incidenti sul corpo idrico/sui corpi idrici, può avere effetti sullo stato di almeno un elemento di qualità ambientale, degradandolo di una classe, anche se tale deterioramento non si traduce in un deterioramento nella classificazione complessiva del corpo idrico/dei corpi idrici.
ALTA (A)	L'impatto della derivazione, singolo o cumulato con altri impatti incidenti sul corpo idrico/sui corpi idrici, può produrre effetti sullo stato degli elementi di qualità ambientali tali da comportare il deterioramento della classe di qualità del corpo idrico/dei corpi idrici.

Tabella 8.4 - Definizione dell'intensità dell'impatto - allegato A del CIP n. 3 del 14/12/2017

Nel punto 3.3 le "Disposizioni generali" sono riassunte in tabella 8.5 del suddetto documento dalla quale è possibile dedurre l'Intensità d'Impatto (I):

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Tabella 8.5-valutazione dell'intensità dell'impatto (I) con le "Disposizioni generali"

TIPOLOGIA	PRESSIONE	INDICI	INTENSITA' DELL'IMPATTO			
Derivazione dissipativa	Prelievo singolo	P/Qne* [%]	ALTA >10	MODERATA 5<P/Qne≤10		LIEVE ≤5
	Cumulo prelievi	ΣP/Qne* [%]	ALTA >50	MODERATA 25<P/Qne≤50		LIEVE ≤25
Derivazione non dissipativa	Prelievo singolo	- P/Qnm*** [%] - S [km] - S/L [%]		P/Qnm > 50	25 < P/Qnm ≤ 50	P/Qnm ≤ 25
			S> 1 oppure S/L>15	ALTA	MODERATA	LIEVE
			Casi intermedi, ossia combinazioni di S e S/L diverse da quelle rientranti nel rigo soprastante e nel rigo sottostante	MODERATA	MODERATA	LIEVE
			S < 0,25 e S/L≤7,5	LIEVE	LIEVE	LIEVE
	Cumulo prelievi	- ΣP/Qnm [%] - ΣS/L [%]		ΣP/Qnm > 50	25 < ΣP/Qnm ≤50	ΣP/Qnm ≤ 25
			ΣS/L> 30	ALTA	MODERATA	LIEVE
			15<ΣS/L≤30	MODERATA	MODERATA	LIEVE
			ΣS/L< 15	LIEVE	LIEVE	LIEVE
Derivazione (dissipativa o non dissipativa) che preveda **nuove opere trasversali** o modifiche sostanziali a opera esistente	Singola opera o cumulo di opere trasversali	N/Lt	ALTA >5 (collina/montagna)	MODERATA 5 <N / Lt < 2,5 (collina/montagna)		LIEVE <2,5 (collina/montagna)
			ALTA >1 (pianura)	MODERATA 1 <N / Lt < 0,5 (pianura)		LIEVE <0,5 (pianura)
Derivazione (dissipativa o non dissipativa) che preveda **alterazioni alla zona ripariale** limitatamente alle derivazioni soggette alle procedure di VIA, VINCA ex D.Lgs 152/06	Modifiche a zona ripariale dovute a **nuovo** prelievo	IQM_{VE} [%]**	ALTA IQMve post/ IQM ante > 30	MODERATA 30 >IQMve post/ IQM ante > 15		LIEVE IQMve post/ IQM ante < 15

Una volta stabilita l'intensità d'impatto è possibile passare alla fase successiva, ovvero alla determinazione del Rischio Ambientale (R) che la derivazione/costruzione dell'impianto possono apportare al corridoio fluviale nel suo complesso.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Per quanto riguarda la richiesta di concessione in oggetto si ritiene che la valutazione di Rischio Ambientale (R) ricada valutazione dell'intensità dell'impatto (I) con le "Disposizioni generali" e dalla tabella precedente si ricava un'intensità di impatto MODERATA.

RISCHIO AMBIENTALE (R)

Una volta stabilito il Rischio Ambientale (R), sia attenendosi alle "Disposizioni generali" (Tabella) il Livello di Rischio stesso indica, in generale, l'ammissibilità (fattibilità) o meno della derivazione.

VALORE	INTENSITA' DELL'IMPATTO		
	LIEVE	MODERATA	ALTA
V1	MEDIO**	ALTO*	ALTO*
V2	MEDIO	MEDIO*	ALTO*
V3	BASSO	MEDIO*	ALTO
V4	BASSO	MEDIO	MEDIO

Tabella 8.6 – Il livello di Rischio Ambientale (R) per le *disposizioni generali* si ottiene incrociando il Valore Ambientale (V) con l'Intensità di Impatto (I).

Il rischio ambientale per l'impianto proposto sul torrente Frigido loc. Forno risulta essere MEDIO*.
In particolare:

1. Nel caso in cui risulti RISCHIO MEDIO* e impatto del prelievo SINGOLO > LIEVE e la derivazione sia soggetta alle procedure di VIA e VINCA ex D.Lgs 152/06, si deve effettuare la seconda fase di approfondimento di cui al paragrafo successivo. Negli altri casi le condizioni di ammissibilità sono quelle per RISCHIO MEDIO.

La seconda fase di approfondimento consiste nel applicare:
1) **La metodologia MesoHABSIM** (indice IH), che può avere i seguenti valori: a) IH > 0,8 allora I = LIEVE, se b) 0,4 < IH < 0,8 allora I = MODERATA, se 3) IH < 0,4 allora I = ALTA
2) **IQMm** (Indice di Qualità Morfologica), il risultato è valutato in base di giudizio esperto con intensità d'impatto LIEVE/MODERATA/ALTA rapportata alle condizioni pre-post.
Al termine della seconda fase, si valuta l'impatto COMPLESSIVO di tutti gli indici considerati (sia in prima che in seconda fase) e:

- se almeno un indice subisce un impatto di intensità ALTA si attribuisce rischio ALTO;
- se nessun indice subisce un impatto di intensità ALTA si attribuisce rischio MEDIO.

Come si può dedurre dal capitolo conclusivo **7R** pag. 87, dei risultati del presente studio nessuno degli indici della fase di approfondimento subisce un impatto di intensità ALTO. Pertanto si conferma il rischio ambientale **MEDIO**.

AMMISSIBILITÀ E PRESCRIZIONI

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

L'attribuzione della classe di rischio comporta l'ammissibilità o meno della derivazione. L'ammissibilità del prelievo è condizionata a specifiche prescrizioni, indicate in tabella 7.7 e da applicare sulla base degli indirizzi di cui alla tabella 6 dell' allegato "A" del CIP n. 3 del 14/12/2017.

RISCHIO AMBIENTALE	AMMISSIBILITA'	PRESCRIZIONI
BASSO	La derivazione può essere assentita nel rispetto di specifiche prescrizioni	1,2,7
MEDIO	La derivazione può essere assentita con l'applicazione di particolari misure volte alla mitigazione degli impatti e nel rispetto di specifiche prescrizioni, tese a garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
ALTO	La derivazione NON può essere assentita in via ordinaria.	-
	Ammissibile in caso di deroga ex artt. 4.5 e 4.7 DQA (in caso di rinnovo anche per proroga ex art. 4.4 DQA), oppure in caso di derivazione per: • autoconsumo idroelettrico; • consumo umano, ossia usi potabili ed igienico sanitari, laddove non vi siano alternative di approvvigionamento; • concessioni a servizio di manufatti edilizi legati all'uso delle acque (mulini, frantoi, canalizzazioni per la raccolta e distribuzione delle acque, bottacci e fontane).	1, 2, 3, 4, 5, 6 ,7
ALTO*	La derivazione NON può essere assentita in via ordinaria.	-
	Ammissibile solo in caso di di deroga ex art. 4.7 DQA, oppure in caso di derivazione per: • autoconsumo idroelettrico; • consumo umano, ossia usi potabili ed igienico sanitari, laddove non vi siano alternative di approvvigionamento; • concessioni a servizio di manufatti edilizi legati all'uso delle acque (mulini, frantoi, canalizzazioni per la raccolta e distribuzione delle acque, bottacci e fontane).	1, 2, 3, 4, 6 ,7

Tabella 8.7 – Ammissibilità della derivazione in base al Rischio Ambientale (R) e relative prescrizioni.

Per quanto riguarda la richiesta di concessione in oggetto, avendo un **R = MEDIO** le prescrizioni previste saranno quelle elencate nella tabella 6 dell' allegato "A" del CIP n. 3 del 14/12/2017 dai punti 1 a 7.

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/

Villa Minozzo 18/06/2022

Dr. Maurizio Penserini, Biologo Ittiologo
via Roma 10, 42032 Collagna di Ventasso (RE)
Albo prelevatori e controllori acque autorizzati N.00129

COLLEGIO PROVINCIALE AGROTECNICI · REGGIO EMILIA · AGROTECNICO PENSERINI MAURIZIO N. 204

Dr. MAURIZIO PENSERINI
Via Roma, 10 - 42037 COLLAGNA (RE)
Tel. 0522.897420 - Cell. 334.2680045
Partita I.V.A. 02428580357
maurizio.penserini@alice.it

Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0003569 del 22-08-2022 in arrivo Cat.4 Cla. 2

Ai sensi dell'articolo 23, comma 2-bis, del Codice dell'Amministrazione Digitale, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza. Il documento amministrativo informatico originale, da cui la copia analogica è tratta, è stato prodotto dall'amministrazione Comune di Massa ed è conservato dalla stessa, verificabile almeno fino al 12-10-2023. Per la verifica della corrispondenza con quanto conservato dall'amministrazione, è possibile utilizzare il servizio disponibile alla url: https://cs.urbi.it/padbardecode/