

# LIFE GESTIRE 2020

## Nature Integrated Management to 2020

### Azione A 19 – Redazione di linee guida per la definizione e l'applicazione di un fattore correttivo N al DMV

### Definizione di linee guida per l'individuazione e l'applicazione di un fattore correttivo N al Deflusso Minimo Vitale (DMV)

A cura di:

Paolo Vezza (coordinatore), Giovanni Negro, Claudio Comoglio



**POLITECNICO  
DI TORINO**

Dipartimento di Ingegneria  
dell'Ambiente, del Territorio  
e delle Infrastrutture

30 Novembre 2019

## Sommario

Premessa .....	3
1) La formulazione per i Deflussi Ecologici in Lombardia .....	4
2) Caratterizzazione idrologica e morfologica dei corsi d'acqua di interesse .....	5
Tratti fluviali appartenenti alle aree protette e alla Rete Natura 2000.....	5
Caratterizzazione idrologica dei corsi d'acqua di interesse.....	6
Caratterizzazione morfologica dei corsi d'acqua di interesse.....	9
Caratterizzazione idro-morfologica .....	12
3) Definizione delle eco-regioni e delle curve regionali habitat disponibile – portata defluente .....	13
Definizione delle eco-regioni e localizzazione della rete Natura 2000.....	13
Applicazione della metodologia MesoHABSIM all'interno del territorio Italiano.....	15
Analisi regionale delle relazioni habitat disponibile – portata defluente .....	18
4) Selezione delle stazioni di misura della portata defluente per la definizione del fattore correttivo N.....	27
5) Definizione bioperiodi fauna .....	29
6) Linee guida per la definizione del fattore correttivo N.....	30
Implementazione del fattore correttivo N all'interno del PTUA 2016.....	37
Bibliografia.....	39

## Premessa

Il concetto di **Deflusso Minimo Vitale (DMV)** è recentemente evoluto con la definizione di Deflusso Ecologico (DE) in ottemperanza degli obiettivi introdotti dalla Direttiva Quadro Acque (DQA, 2000/60/CE, European Commission 2000) in materia di gestione quantitativa della risorsa idrica. Nell'ambito della Common Implementation Strategy (CIS), la Commissione Europea nel 2015 ha redatto e pubblicato apposite linee guida (**Guidancedocument n. 31 – Ecological Flows in the implementation of the Water Framework Directive, European Commission 2015**) che introducono due principali novità rispetto al concetto di DMV. La prima è la necessità di considerare un più complesso collegamento tra regime idrologico e stato di qualità ecologico di un corpo idrico. Questo passo concettuale può avvenire tramutando il valore soglia di DMV ad un insieme di valori di portata rilasciata dalle opere di presa che siano temporalmente distribuiti su base annuale, anche in relazione al regime idrologico naturale del corso d'acqua. La seconda novità suggerisce una quantificazione del DE strettamente relazionata alle caratteristiche idro-morfologiche del corpo idrico, in quanto la portata in alveo è mediata dalla morfologia fluviale per fornire l'habitat fisico necessario allo sviluppo e al mantenimento delle comunità biotiche.

Il seguente elaborato ha come principale finalità **la definizione di linee guida per l'individuazione e l'applicazione di un fattore correttivo N** che si basi sull'adozione parziale dei principi guida della metodologia MesoHABSIM, sull'individuazione di specie e habitat target, sull'identificazione degli eventi di stress idrico potenzialmente significativi per le diverse specie, sulla stima delle portate medie giornaliere dei corpi idrici, sull'individuazione di gruppi di corpi idrici omogenei dal punto di vista idro-morfologico e biogeografico, nonché sulle previsioni in materia già contenute negli strumenti di pianificazione delle aree protette e nei piani di gestione dei Siti Natura 2000. Complessivamente, lo studio è stato condotto mediante la realizzazione di **quattro relazioni tecniche**, delle quali la presente relazione rappresenta quella conclusiva. Qualora fossero necessari ulteriori dettagli, oltre a quelli qui di seguito riportati, sulla metodologia seguita, si rimanda a quanto già definito all'interno dei Prodotti:

- ✓ Prodotto P0: Inquadramento Normativo e Stato dell'Arte in Letteratura;
- ✓ Prodotto P1-P2: Caratterizzazione idrologica e morfologica dei corsi d'acqua ricadenti all'interno di aree naturali protette e siti afferenti alla Rete Natura 2000 della Regione Lombardia;
- ✓ Prodotto P3-P4: Definizione delle eco-regioni e curve regionali habitat disponibile – portata defluente per specie target di riferimento.

La presente relazione tecnica conclusiva riassume quanto già riportato nelle relazioni precedenti e comprende:

- ✓ La verifica delle esperienze pregresse o in atto in vista dell'applicazione di una prima versione semplificata del fattore correttivo N all'interno del PTUA 2016;
- ✓ la caratterizzazione idrologica, morfologica ed ecologica dei corsi d'acqua di interesse
- ✓ la definizione di linee guida per l'individuazione e l'applicazione del fattore correttivo N
- ✓ la localizzazione dei siti utili ad eventuali indagini conoscitive e validazioni sul campo
- ✓ i protocolli gestionali per consentire l'applicazione del coefficiente N individuato e per valutarne l'efficacia in contesti selezionati tramite l'azione C7 del Progetto LIFE14 IPE IT 018 – GESTIRE 2020;
- ✓ l'analisi della coerenza della metodologia con i dettami del PTUA 2016 e gli stakeholders portatori di interesse;
- ✓ l'analisi territoriale per la costruzione di un geo-database eco-idro-morfologico e l'elaborazione di cartografie tematiche e la fornitura degli shapefiles Geodbin WGS84 UTM32 corredati di opportuni file legenda.

## 1) La formulazione per i Deflussi Ecologici in Lombardia

La nuova versione del Programma di Tutela e Uso delle Acque della regione Lombardia (PTUA, 2016) introduce il concetto per il quale la formulazione del Deflusso Minimo Vitale (DMV), adottata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPO) con Delibera del Comitato Istituzionale n. 7 del 2002, sia uno strumento adeguato al raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (DQA). Secondo tale prospettiva, il concetto di DMV, è pertanto ritenuto assimilabile a quello di Deflusso Ecologico ai sensi del Decreto Direttoriale 30/STA 13/02/2017 e della Direttiva Deflussi Ecologici del Distretto Idrografico Padano.

Il DMV, così come esplicitato dall'Allegato 1 delle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA 2016, risulta esprimibile mediante la seguente formulazione matematica:

$$QDMV = k * qMEDIA * S * M * Z * A * T,$$

dove:

- ✓ S è la superficie del bacino imbrifero complessivo sotteso dall'opera di presa, comprese le aree eventualmente già interessate da derivazioni esistenti a monte della captazione prevista;
- ✓ k è un parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche, che esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata;
- ✓ qMEDIA è la portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (QMEDIA/S).

Il prodotto  $k * qMEDIA * S = k * QMEDIA$  si definisce componente idrologica del DMV. Su tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale si assume  $k = 0.1$ . Pertanto, la componente idrologica del **DMV** è, per la Regione Lombardia, pari al **10%** della **portata naturale media annua** nella sezione di riferimento. I parametri M, Z, A, T, che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali, si definiscono fattori correttivi.

Nello specifico, i fattori correttivi si riferiscono ai seguenti aspetti:

- ✓ M è un parametro morfologico, che esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso;
- ✓ Z è un parametro che tiene conto delle esigenze naturalistiche (N), di fruizione turistico - sociale (F) e della presenza di carichi inquinanti (Q); il parametro Z è definito come il valore più elevato tra quelli assunti dai parametri N, F, Q;
- ✓ A è un parametro che tiene conto dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee, in funzione delle esigenze di maggiore o minore rilascio dovuto al contributo delle acque sotterranee alla formazione dei deflussi in alveo;
- ✓ T è un parametro che tiene conto della modulazione nell'arco dell'anno dei rilasci dalle opere di presa, in funzione degli obiettivi di tutela ricreativa, o altre esigenze di carattere ambientale (tra i quali, quando la necessità sia limitata a brevi periodi dell'anno, la diluizione dei carichi inquinanti).

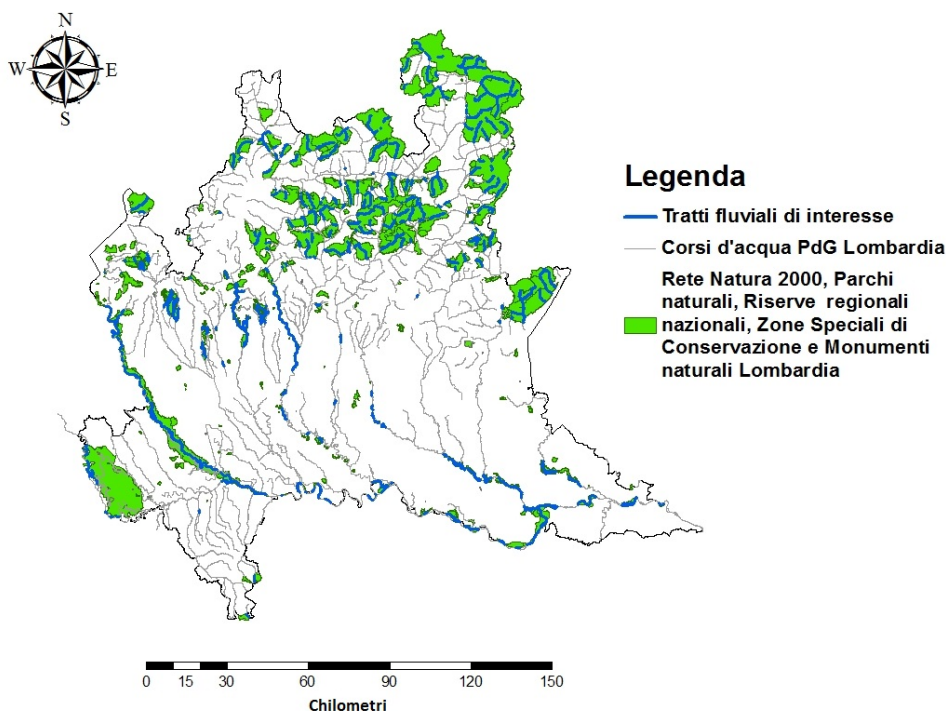
## 2) Caratterizzazione idrologica e morfologica dei corsi d'acqua di interesse

### Tratti fluviali appartenenti alle aree protette e alla Rete Natura 2000

Per la definizione dei corsi d'acqua di interesse, afferenti alle aree protette e Rete Natura 2000 della Regione Lombardia, sono state utilizzate le informazioni spaziali contenute nel geoportale regionale, consultabili all'indirizzo <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>. Dallo stesso portale sono state ottenute le geometrie poligonali contenenti i limiti territoriali di:

- ✓ Zone Speciali di Conservazione/Siti di Importanza Comunitaria (ZSC, SIC);
- ✓ Parchi naturali e Parco Nazionale dello Stelvio;
- ✓ Riserve regionali naturali;
- ✓ Zone di Protezione speciale (ZPS);
- ✓ Monumenti naturali.

Sovrapponendo tali livelli informativi alle geometrie lineari del reticolo idrografico definito dal Piano di Gestione delle Acque lombardo (PdG 2016) è risultato possibile individuare i tratti fluviali di interesse per il presente studio. In particolare, sono stati identificati **291 tratti fluviali appartenenti a 213 corpi idrici riportati in Figura 1.**



**Figura 1.** Rappresentazione grafica della localizzazione spaziale dei tratti di interesse, riportati in colore azzurro. Tali tratti si riferiscono alla porzione di reticolo idrografico del Piano di Gestione delle Acque 2016 appartenente all'insieme della Rete Natura 2000, dei Parchi naturali, delle Riserve regionali nazionali, delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e dei Monumenti Naturali in Lombardia, riportate in colore verde.

## Caratterizzazione idrologica dei corsi d'acqua di interesse

Definito il reticolo idrografico d'interesse, è stata realizzata una caratterizzazione del regime idrologico che contraddistingue i differenti corsi d'acqua. Facendo riferimento al Dataset relativo al **Bilancio Idrico Regionale**, disponibile anch'esso sul geoportale della Regione Lombardia, sono state ottenute sia le informazioni relative alla **portata liquida naturalizzata media mensile ed annuale** in chiusura ai corpi idrici secondo PTUA 2016 (espresse in termini di  $m^3/s$ ), sia il dato geospaziale relativo all'estensione areale dei medesimi bacini, espresso in  $km^2$ .

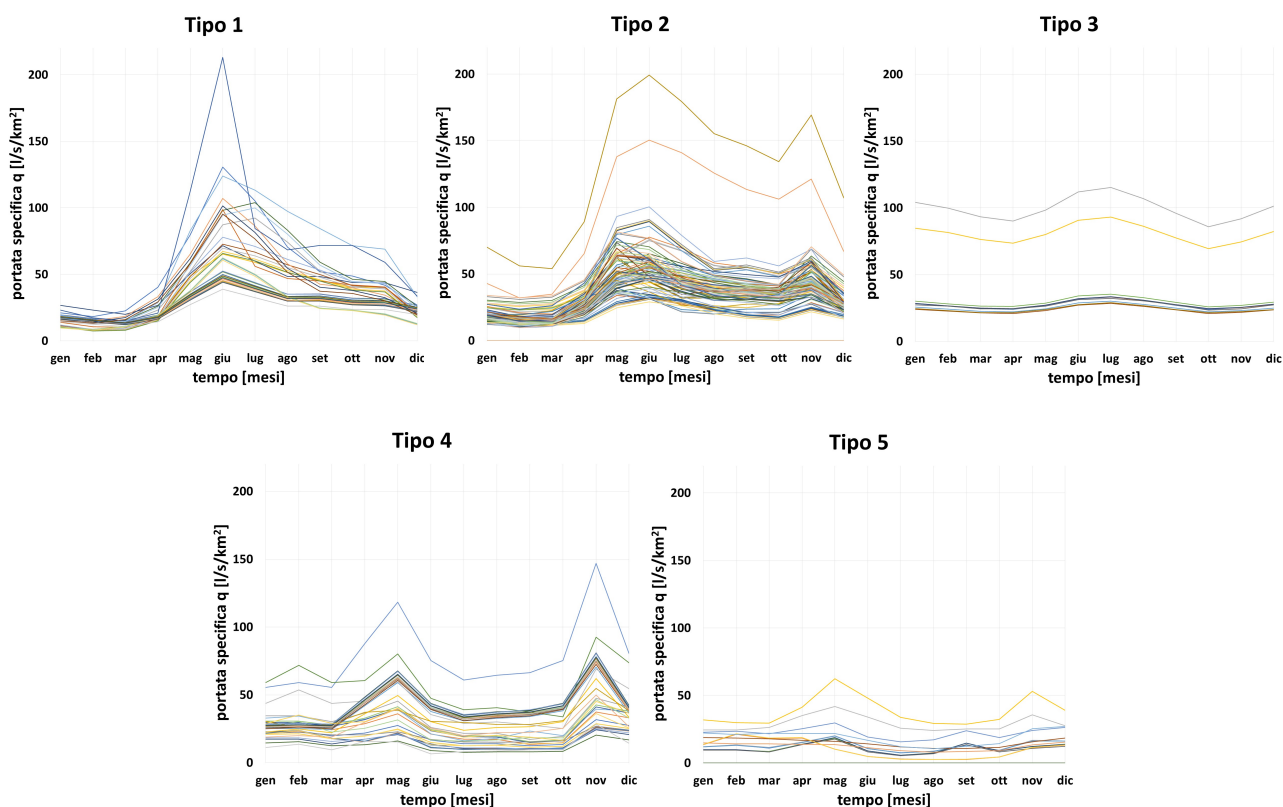
La seguente caratterizzazione idrologica è stata eseguita con la finalità di identificare i corsi d'acqua d'interesse che presentano caratteristiche del regime idrologico simili. In particolare, l'analisi si è concentrata sugli andamenti degli ideogrammi medi mensili in termini di stagionalità e intensità delle portate (i) minime (regime di magra) e (ii) massime (portate di piena ordinaria). Al fine di ottenere un miglior raffronto tra gli andamenti degli idrogrammi, l'analisi è stata ricondotta in termini di **portata specifica** espressa con la lettera **q** e avente come unità di misura  $l\ s^{-1}\ km^{-2}$ .

Seguendo la caratterizzazione dei regimi idrologici proposta da Pardé (1955), sono state identificate **cinque principali tipologie idrologiche** rappresentative del campione di corsi d'acqua di interesse.

Le stesse sono state ampiamente descritte nella trattazione "Caratterizzazione idrologica e morfologica dei corsi d'acqua ricadenti all'interno di aree naturali protette e siti afferenti alla Rete Natura 2000 della Regione Lombardia" e vengono riportate in maniera sintetica a continuazione:

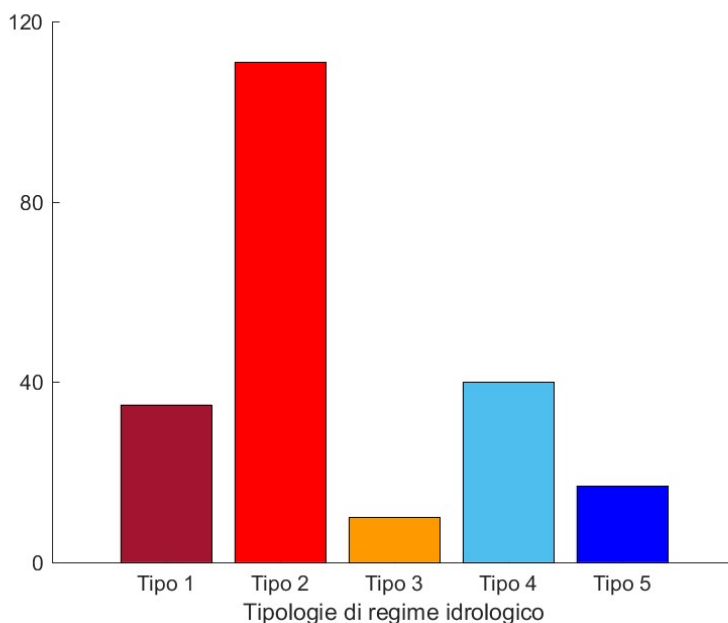
- ✓ **Regime idrologico Nivo-Glaciale** (Tipo 1);
- ✓ **Regime idrologico Nivo-Pluviale** (Tipo 2);
- ✓ **Regime idrologico Pluviale** (Tipo 3);
- ✓ **Regime idrologico Pluvio-Nivale** (Tipo 4);
- ✓ **Regime idrologico Pluvio-Nivale** (Tipo 5).

Gli idrogrammi per ciascuno dei 213 corsi d'acqua suddivisi in funzione della classificazione idrologica vengono rappresentati in **Figura 2**.



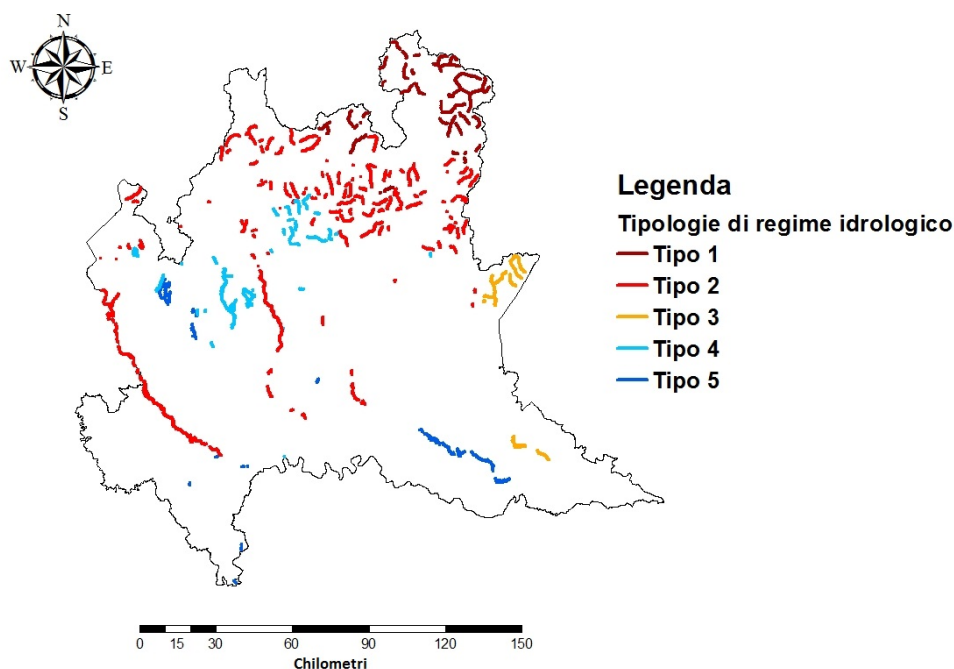
**Figura 2.** Rappresentazione grafica delle cinque tipologie di regime idrologico identificate. Regime idrologico Nivo-Glaciale (Tipo 1), regime idrologico Nivo-Pluviale (Tipo 2), regime idrologico Pluviale (Tipo 3), regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 4), regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 5).

Complessivamente, la tipologia idrologica con numerosità più elevata è risultata essere quella relativa al **Tipo 2**, regime idrologico **Nivo-Pluviale** (52 % dei casi). Gli ulteriori regimi idrologici caratterizzano il campione nelle seguenti percentuali: **Tipo 1** (16 % dei casi), **Tipo 3** (5 % dei casi), **Tipo 4** (19 % dei casi) e **Tipo 5** (8 % dei casi). In **Figura 3** è possibile apprezzare la composizione del campione d'interesse espressa in termini di frequenza assoluta per ciascuna tipologia idrologica.



**Figura 3.** Rappresentazione grafica della numerosità campionaria (asse delle ordinate) dei corpi idrici suddivisi per tipologia di regime idrologico (asse delle ascisse).

La distribuzione spaziale delle 5 tipologie di regime idrologico individuate è riportata in **Figura 4**.



**Figura 4.** Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale delle tipologie di regime idrologico individuate per i corpi idrici di interesse.



## Caratterizzazione morfologica dei corsi d'acqua di interesse

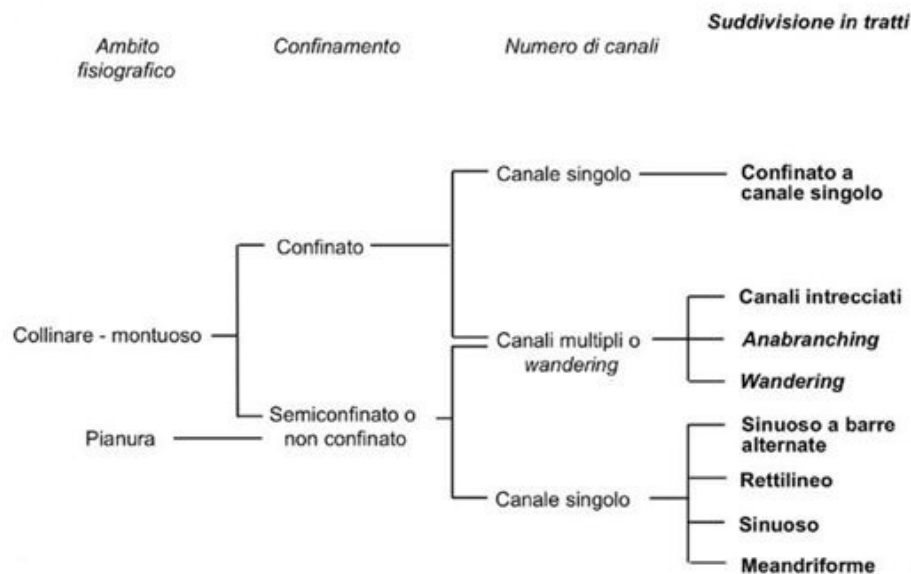
L'ulteriore caratterizzazione dei corsi d'acqua oggetto del seguente studio si è concentrata sulla **classificazione morfologica** dei distinti tratti fluviali. La metodologia adottata per la loro classificazione fa riferimento al sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio sviluppato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), denominato **IDRAIM** (MLG ISPRA 131/2016). Operativamente, è stato seguito l'approccio metodologico definito nell'ambito della **Fase 1 della struttura complessiva del sistema IDRAIM**, ottenendo un inquadramento morfologico dei corsi d'acqua alla **scala spaziale del tratto**.

Un **tratto fluviale idro-morfologicamente omogeneo** è definito da specifiche condizioni al contorno, portate liquide e solide sufficientemente uniformi in modo da determinare particolari processi morfologici. In relazione alla procedura di classificazione morfologica introdotta dal sistema IDRAIM, per definire dal punto di vista morfologico ciascun corso d'acqua appartenente al reticolo fluviale d'interesse, sono state seguite **tre fasi procedurali** riassunte a continuazione:

- ✓ **Definizione dell'ambito fisiografico;**
- ✓ **Definizione della classe di confinamento;**
- ✓ **Definizione della morfologia dell'alveo.**

Per la definizione e le tecniche operative seguite in ciascuna delle distinte fasi si rimanda alla relazione tecnica "Caratterizzazione idrologica e morfologica dei corsi d'acqua ricadenti all'interno di aree naturali protette e siti afferenti alla Rete Natura 2000 della Regione Lombardia".

In **Figura 5** sono riportati in maniera schematica i passi procedurali adottati nella caratterizzazione morfologica per la definizione dei tratti morfologicamente omogenei.

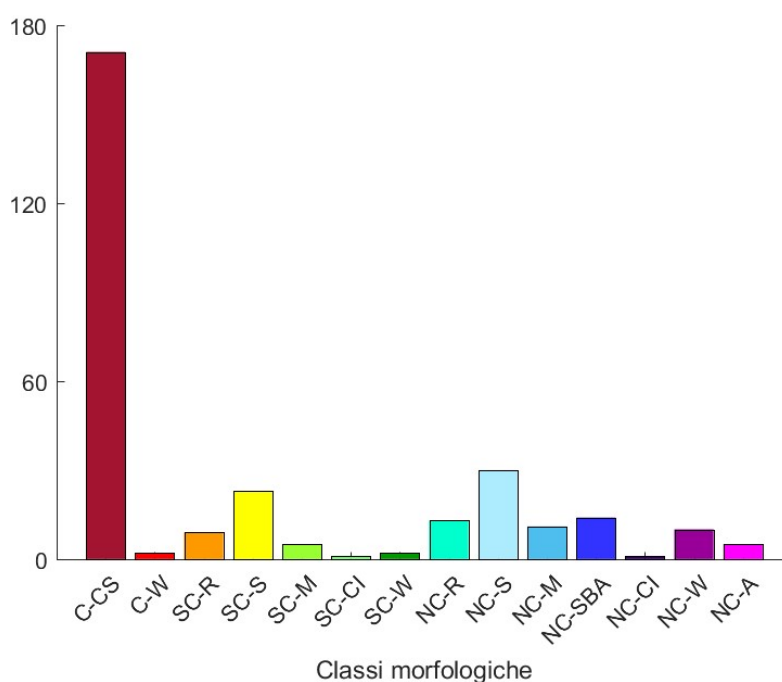


**Figura 5.** Criteri di classificazione in tratti omogenei del sistema IDRAIM in funzione dell'ambito fisiografico, della classe di confinamento e della morfologia dell'alveo.

Il risultato della seguente classificazione ha permesso di scomporre i 213 corsi d'acqua d'interesse in 291 tratti morfologicamente omogenei. La frequenza assoluta che descrive le tipologie morfologiche individuate viene rappresentata mediante l'istogramma di **Figura 6**.

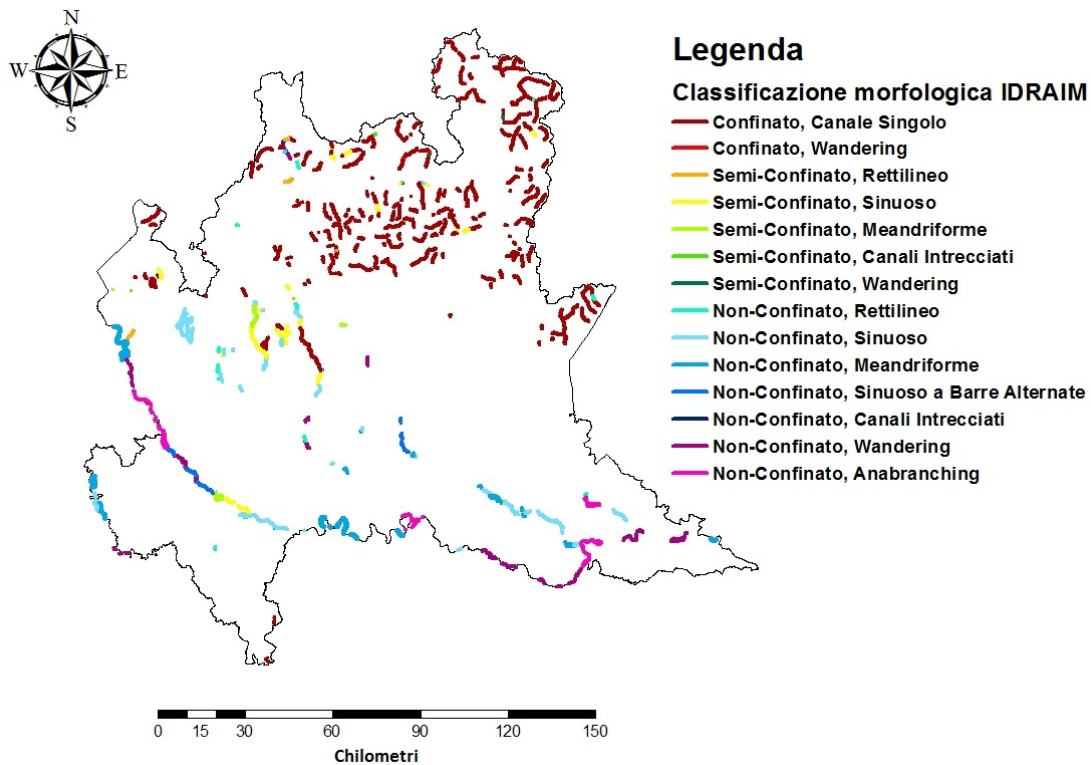
A continuazione sono invece riportate le morfologie più rappresentative in termini percentuali sul totale dei tratti analizzati:

- ✓ Confinati – Canale Singolo (C-CS) = 56 % del totale;
- ✓ Semi-Confinati – Rettilinei (SC-R) = 3 % del totale;
- ✓ Semi-Confinati – Sinuosi (SC-S) = 8 % del totale;
- ✓ Non-Confinati – Rettilinei (NC-R) = 5 % del totale;
- ✓ Non-Confinati – Sinuosi (NC-S) = 11 % del totale;
- ✓ Non-Confinati – Meandriiformi (NC-M) = 4 % del totale;
- ✓ Non-Confinati – Sinuosi a Barre Alternate (NC-SBA) = 6 % del totale;
- ✓ Non-Confinati – Wandering (NC-W) = 4 % del totale;



**Figura 6.** Rappresentazione grafica della numerosità campionaria (asse delle ordinate) dei tratti fluviali suddivisi per classe morfologica (asse delle ascisse). Sigle utilizzate: C (Confinato); SC (Semiconfinato); NC (Non Confinato); Canale Singolo (CS); Canali Intrecciati (CI); Anabranching (A); Wandering (W); Sinuoso a Barre Alternate (SBA); Rettilineo (R); Sinuoso (S); Meandriiforme (M).

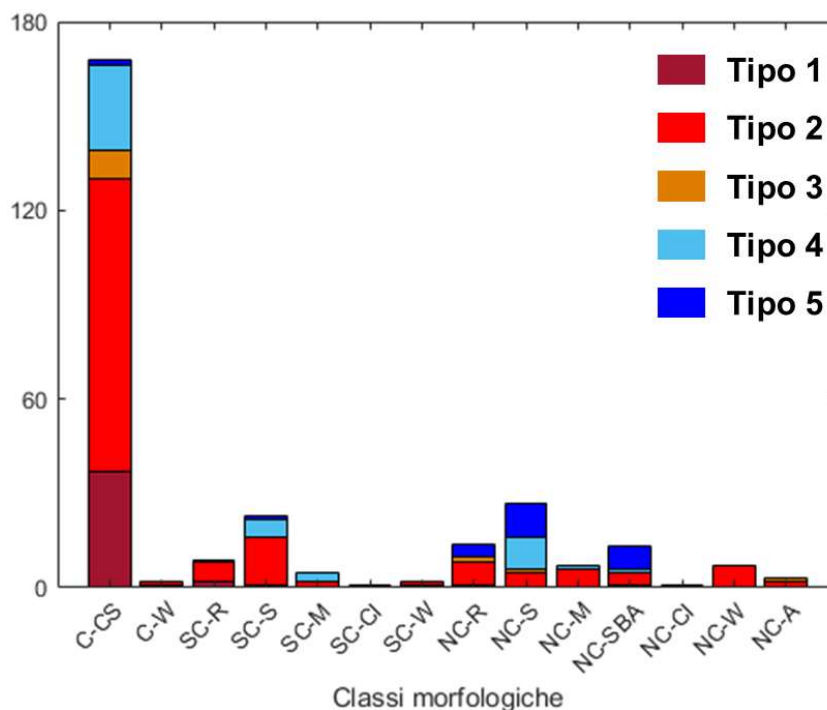
Come è possibile evincere dal grafico di **Figura 6** la classe morfologica che maggiormente caratterizza il reticolo idrografico di interesse è rappresentata dai corsi d'acqua confinati a canale singolo (164 tratti, 56% del totale). La distribuzione spaziale delle classi morfologiche che definiscono i corsi d'acqua di interesse è riportata in **Figura 7**.



**Figura 7.** Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale delle tipologie morfologiche che caratterizzano i corsi d'acqua di interesse.

## Caratterizzazione idro-morfologica

Per ottenere una valutazione complessiva sulla **tipologia idro-morfologica** dei corpi idrici che caratterizzano il campione oggetto di studio, le informazioni ottenute dalle due precedenti classificazioni sono state combinate tra loro ottenendo la rappresentazione grafica di **Figura 8**.



**Figura 9.** Rappresentazione grafica della numerosità campionaria (asse delle ordinate) dei tratti fluviali suddivisi per classe morfologica (asse delle ascisse) e per tipologia di regime idrologico (Tipo 1-5 presente in legenda). Sigle utilizzate: C (Confinato); SC (Semiconfinato); NC (Non Confinato); Confinato a Canale Singolo (CS); Canali Intrecciati (CI); Anabranching (A); Wandering (W); Sinuoso a Barre Alternate (SBA); Rettilineo (R); Sinuoso (S); Meandriforme (M).

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare come il regime idrologico Nivo-Pluviale (Tipo 2) si verifichi in una porzione importante di ogni tipologia morfologica dei tratti analizzati. Contrariamente alla ampia distribuzione areale del regime idrologico di Tipo 2, il regime idrologico di Tipo 1 (regime idrologico nivo-glaciale) viene riscontrato quasi esclusivamente nei tratti confinati a canale singolo (C-CS).

E' anche importante far notare come i tratti C-CS, seppur largamente concentrati nell'area montuosa alpina, siano caratterizzati da tutte e 5 le tipologie di regime idrologico individuate. Inoltre, si può osservare dai risultati come una specifica tipologia di regime idrologico non sia correlata ad una tipologia morfologica specifica, segno del fatto che le caratteristiche morfologiche dell'alveo sono frutto di processi di trasporto che non dipendono solo della componente liquida, ma sono influenzati dalla quantità di materiale solido (sedimenti e legno) disponibile nel bacino e movimentato dalla corrente durante gli eventi di piena.

L'analisi territoriale sopra riportata è stata eseguita per la costruzione di un geo-database eco-idro-morfologico, l'elaborazione di cartografie tematiche riportate nella presente relazione e la fornitura degli shapefiles Geodbin WGS84 UTM32 corredati di opportuni file legenda.

### 3) Definizione delle eco-regioni e delle curve regionali habitat disponibile – portata defluente

#### Definizione delle eco-regioni e localizzazione della rete Natura 2000

La suddivisione dei corsi d'acqua di interesse in areali di distribuzione della fauna ittica autoctona è stata ottenuta a partire dalla definizione delle comunità ittiche di riferimento sviluppata a livello regionale nell'ambito del progetto denominato "Servizio di monitoraggio delle comunità ittiche e contributo al miglioramento dell'indice ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle comunità Ittiche)" (Rossi e Luchelli 2014). Tale progetto ha stabilito una comunità ittica di riferimento a livello di corpo idrico, secondo Piano di gestione delle Acque 2016, per la maggior parte del reticolo idrografico lombardo.

Utilizzando tale informazione, per ciascuno dei corsi d'acqua d'interesse, è stata assegnata una zonazione ittica in relazione alla comunità di riferimento presente nel corpo idrico d'appartenenza. La suddivisione adottata nella seguente trattazione definisce per il reticolo idrografico Lombardo quattro principali tipologie di comunità ittica:

- ✓ **Ciprinidi fitofili;**
- ✓ **Ciprinidi litofili;**
- ✓ **Gambero;**
- ✓ **Salmonidi.**

La comunità ittica **ciprinidi fitofili** è localizzata nelle aste fluviali pianiziali che contraddistinguono i principali fiumi sublacquali del territorio lombardo (corsi d'acqua non confinati), nei cui tratti la corrente è maggiormente lenta e il substrato composto da sedimento fine (sabbia e limo). Le specie di pesci che caratterizzano la comunità sono diverse specie di ciprinidi fitofili, come carpa, tinca, scardola, uniti ai predatori autoctoni più rappresentativi come il luccio e il persico reale.

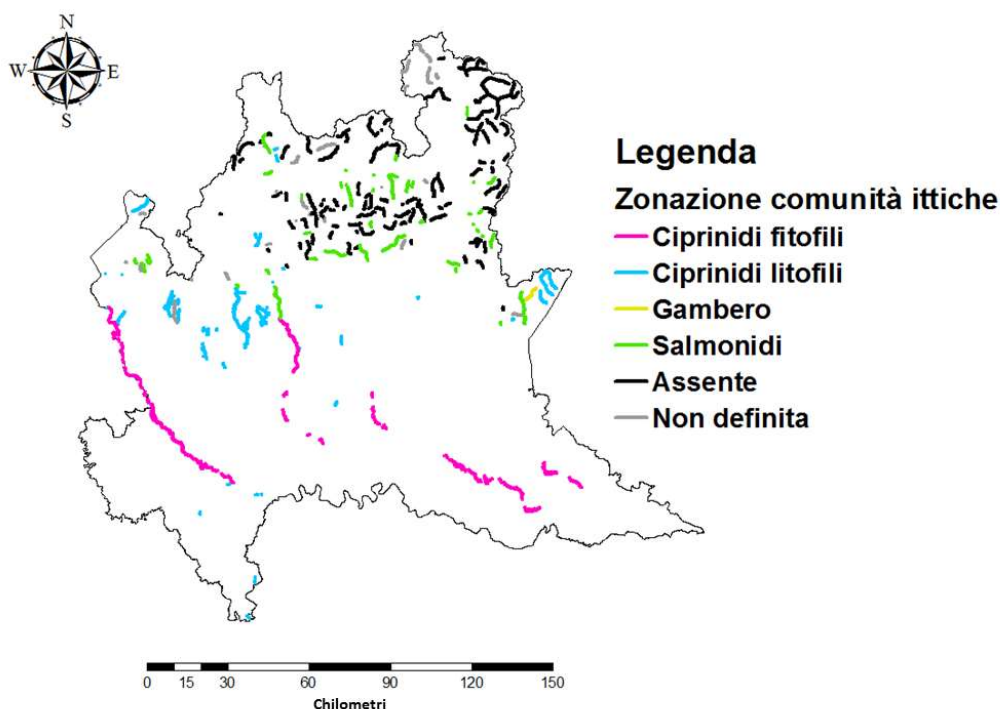
La comunità ittica **ciprinidi litofili** è localizzata principalmente nei corsi d'acqua semi-confinati in cui la velocità della corrente risulta più sostenuta rispetto al caso precedente e il substrato compostoprevalentemente da sabbia, ghiaia grossolana e ciottoli. Le specie ittiche dominanti in tali habitat sono il barbo comune, il barbo canino, il vairone e il cavedano. Inoltre, dove le condizioni termiche estive lo consentano (temperature dell'acqua inferiori a 21/22° C) può essere presente anche la trota fario, la trota marmorata o il temolo.

La comunità specie-specifica **gambero** fa riferimento alla specie acquatica del gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes complex*) e risulta circoscritta, nella rappresentazione di **Figura 10**, unicamente al torrente Droanello, immissario del lago di Garda. Si fa però presente che, al fine di poter includere nell'analisi i corsi d'acqua minori caratterizzati da bacini idrografici molto piccoli (inferiori a 10 km<sup>2</sup>) e spesso non considerati all'interno della suddivisione in corpi idrici di **Figura 1**, in tali contesti la specie acquatica di riferimento è il gambero di fiume, di cui si riporta di seguito l'analisi di disponibilità di habitat a scala regionale.

La comunità ittica **salmonidi** si localizza prevalentemente nei corsi d'acqua alpini e prealpini (corsi d'acqua confinati e semi-confinati), caratterizzati da elevate pendenze dell'alveo, da una composizione del substrato con sedimento più grossolano (massi e ciottoli) e da temperature medie dell'acqua decisamente ridotte. In tale contesto ambientale, la trota fario e la trota marmorata risultano essere le specie dominanti. Oltre a tali tipi di salmonidi sono presenti il temolo, lo scazzone e alcuni tipi di ciprinidi reofili, come il vairone.

In relazione alla definizione delle comunità di riferimento regionali, per una quota parte dei corsi d'acqua d'interesse, la comunità ittica risulta assente (corpi idrici portati in colore nero in **Figura 10**). Tali tratti fluviali si localizzano principalmente nelle zone montuose del reticolo idrografico ove, la presenza di particolari caratteristiche naturali (ad es. quota, temperatura dell'acqua, presenza di ostacoli naturali invalicabili) determina una condizione di scarsa vocazione ittica. Risulta però importante sottolineare che, il processo di zonazione realizzato deriva da una classificazione eseguita a livello di corpo idrico che, in taluni casi può comportare una generalizzazione della condizione di assenza da parte della comunità ittica. La stessa, infatti, potrebbe risultare comunque presente, o potrebbe utilizzare solo una porzione del corpo idrico per un determinato periodo dell'anno, per esempio nelle zone in prossimità delle confluenze.

Infine, per i corpi idrici di interesse, per i quali, come precedentemente descritto, la zonazione risulta ancora mancante, nella seguente trattazione l'areale di distribuzione della fauna ittica risulta non definito (corpi idrici portati in colore grigio in **Figura 10**).



**Figura 10.** Rappresentazione grafica della zonazione dei tratti di interesse in funzione delle comunità ittiche presenti.

## Applicazione della metodologia MesoHABSIM all'interno del territorio Italiano

La metodologia **MesoHABSIM** (Meso-Habitat Simulation Model, Parasiewicz et al. 2013) è un **sistema di modellazione fisica dell'habitat fluviale** che consente di quantificare la variazione spazio-temporale di un parametro ecologico target (ad es., presenza/assenza/abbondanza di una specie o una comunità) in funzione della portata transitante in alveo e della morfologia locale del corso d'acqua.

Il MesoHABSIM opera attraverso la mappatura e l'analisi multi temporale del cosiddetto mosaico di unità morfologiche ed idrauliche (anche denominate meso-habitat), descrivendo la disponibilità dell'habitat fisico per le specie di interesse. È stata sviluppata da un team di ricercatori a livello internazionale ed adattata per il territorio italiano dal Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente, il Territorio e le Infrastrutture – DIATI (vedasi MLG ISPRA 132/2016, MLG ISPRA 154/2017 e DD n. 29 del 13.02.2017 e DD n. 30 del 13.02.2017, allegato 4). Ad oggi rappresenta il modello di idoneità dell'habitat fluviale di riferimento per l'Italia. La guida procedurale per l'applicazione di tale metodologia è rappresentata dal "Manuale tecnico-operativo per la modellazione e la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale", Manuale n° 154/2017, redatto dal SPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Questa tipologia di modellazione dell'habitat risulta in accordo con quanto riportato nella Guidance n. 31 della Commissione in tema di Deflussi Ecologici, nella quale viene citata come strumento atto allo studio della variabilità spazio-temporale degli habitat fluviali disponibili per la fauna in funzione della portata defluente e della morfologia del corso d'acqua. Per lo studio e la valutazione dei Deflussi Ecologici (DE), la metodologia prevede l'utilizzo dell'habitat disponibile per la comunità ittica come metrica utile ed efficace al fine quantificare l'impatto delle alterazioni idro-morfologiche sulle biocenosi dei corsi d'acqua. L'utilizzo di tale metrica fisica (habitat disponibile) è un proxy in grado di **collegare le condizioni idro-morfologiche locali alle componenti biotiche dell'ecosistema fluviale**, permettendo di prevedere, con un approccio modellistico, gli **effetti di una determinata pressione** esercitata su di un corpo idrico, anche prima che questa venga effettivamente esercitata.

La relazione tra l'habitat disponibile e la portata defluente in alveo è espressa mediante la **curva habitat-portata** che **quantifica la superficie bagnata utilizzabile dalla fauna a scala di tratto**. La stessa fornisce interessanti informazioni sull'**assetto morfologico di un corso d'acqua e l'influenza della morfologia sulla disponibilità di habitat**. La curva habitat-portata, unita alla serie temporale delle portate permette di analizzare la **variazione sia spaziale sia temporale dell'habitat fluviale**. Questa variazione è rappresentata dalla **serie temporale di habitat**. In particolare, l'habitat disponibile al tempo  $t$  viene ottenuto tramite la relazione:

$$H_d(t) = H(Q(t)),$$

dove  $H$  rappresenta la relazione habitat-portata per una determinata specie o stadio vitale,  $Q(t)$  è la portata defluente al tempo  $t$  e  $H_d(t)$  è l'habitat disponibile al tempo  $t$  (Milhous et al. 1990).

Le serie di portata in alveo possono quindi essere tradotte in serie temporali di habitat e analizzate statisticamente al fine di stabilire diverse proprietà di interesse per gli scopi dell'applicazione del metodo MesoHABSIM, quali ad esempio la durata e la frequenza di eventi idrologici cui corrispondono condizioni di habitat al di sotto di determinate soglie ecologicamente rilevanti.

Nelle applicazioni pratiche, le serie di portata in alveo, sia relative alle condizioni di riferimento (date per esempio dall'assenza della derivazione in esame), sia simulate a valle della futura opera di presa, vengono tradotte in serie di habitat tramite la curva habitat - portata e analizzate statisticamente al fine di stabilire la **deviazione rispetto alle condizioni di riferimento**. Questo permette di verificare tramite un efficace indicatore ecologico sia lo stato attuale dell'habitat sia un possibile stato futuro, generato, per esempio, a seguito della costruzione di un'opera di derivazione della portata defluente.

Per la metodologia MesoHABSIM, la quantificazione dell'habitat disponibile per la comunità ittica e la stima della deviazione rispetto a condizioni di habitat di riferimento si concretizza nelle applicazioni pratiche attraverso l'uso dell'**indice IH**, o Indice di integrità dell'Habitat fluviale, che è definito a sua volta dall'integrazione di due ulteriori sub-indici, l'indice ISH (Indice di disponibilità Spaziale dell'Habitat fluviale) e l'indice ITH (Indice di disponibilità Temporale dell'Habitat fluviale).

L'**ISH** quantifica l'alterazione media della disponibilità spaziale di habitat in un periodo di tempo determinato. Nel caso di valutazione di impatto e definizione dei deflussi ecologici, è costruito su base annuale confrontando la quantità di habitat disponibile media sul periodo (espressa in m<sup>2</sup> o in % dell'alveo bagnato) in condizioni idromorfologiche di riferimento ( $A_{Hd,r}$ ) con quella in condizioni alterate ( $A_{Hd}$ ):

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

Il valore dell'indice è dato dal minimo tra i valori ottenuti per le diverse specie (e i relativi stadi vitali) presenti nel tratto fluviale considerato.  $A_{Hd,r}$  definisce le condizioni di habitat prese a riferimento sul periodo considerato ed è calcolato come il valor medio della serie storica di habitat in assenza della derivazione in esame (condizioni di riferimento). Il minimo tra i valori dell'indice per le diverse specie (e i relativi stadi vitali) è scelto per tutelare qualsiasi specie (e relativa struttura di popolazione) ritenuta come componente della comunità target.

L'**ITH** valuta la variazione temporale nella durata di eventi di stress per la fauna. Un evento di stress è caratterizzato dal perdurare nel tempo di limitate condizioni di disponibilità di habitat ed è espresso come numero di giorni in cui un valore di habitat disponibile (in m<sup>2</sup>) rimane al di sotto di una data soglia. Per l'ITH, la soglia al di sotto della quale si verificano eventi di stress è fissata come la quantità di habitat corrispondente (in condizioni non alterate) al 97° percentile di portata (o nel caso di valutazioni di impatto su base annuale e serie storiche a scala giornaliera, alla portata  $Q_{355}$ , superata 355 giorni all'anno). Tale soglia di habitat disponibile viene denominata  $A_{Q97}$ .

L'analisi statistica per la determinazione della durata degli eventi di habitat sotto-soglia viene realizzata attraverso le curve di durata continua sotto-soglia (CDS, in inglese UCUT, *Uniform Continuous Under-Threshold curves*, Parasiewicz et al.2013). Al fine della valutazione di impatto su base annuale di una derivazione, il processo di costruzione della curva CDS viene ripetuto utilizzando sia la serie storica di habitat in condizioni non alterate (assenza della derivazione in esame), sia per condizioni alterate (a valle della derivazione in esame).

L'indicatore utilizzato per determinare l'alterazione nella durata degli eventi di stress per la specie i-esima, è la distanza media tra la curva di durata sotto-soglia in condizioni alterate e la curva in condizioni non alterate, tenendo in conto, per quest'ultima, la durata massima continua tra tutti gli eventi sotto-soglia.



Operativamente, per ogni valore di durata continua sotto-soglia si valuta la differenza relativa (in valore assoluto) tra il corrispondente numero di giorni di durata cumulata continua per la curva in condizioni alterate ( $d_{c,AQ97}$ ) rispetto a quella in condizioni non alterate ( $d_{c,r,AQ97}$ ).

L'alterazione complessiva nel numero di giorni di stress (AGS, o in inglese *Stress Days Alteration* – SDA, Parasiewicz et al. 2012) viene quindi calcolata come media su tutto l'intervallo di durate continue sotto-soglia in assenza della derivazione in esame o in condizioni di riferimento (intervallo da 1 a  $d_{max,r}$  espresso in giorni), come riportato nell'equazione seguente:

$$AGS = \frac{1}{d_{max,r}} \cdot \sum_{k=1}^{k=d_{max,r}} \left( \frac{|d_{c,AQ97} - d_{c,r,AQ97}|}{d_{c,r,AQ97}} \right)$$

L'indice ITH viene infine determinato tramite una funzione di valore che trasforma l'indicatore AGS nell'indice ITH, che risulta un numero compreso fra 0 e 1. Tale funzione è calcolata sulla base di un esponenziale negativo che, rispetto ad una funzione lineare, tiene conto del fatto che anche ridotte alterazioni nella durata e continuità degli eventi di stress possono avere impatti importanti sulla fauna ittica.

$$ITH = \min(e^{-0.38AGS})_{specie}$$

L'espressione della funzione esponenziale negativa è stata determinata a seguito di simulazioni in casi studio con serie temporali di habitat di almeno 15 anni, osservandone la variabilità naturale (in condizioni di riferimento) dell'indice e al fine di ottenere valori di ITH pari a:

- ✓ 1 per valori di AGS pari a zero (assenza di alterazione dei giorni di stress);
- ✓ 0.7 per valori di AGS pari a 1 (aumento dei giorni di stress del 100%);
- ✓  $\approx 0$  per valori di AGS pari a 10 (aumento dei giorni di stress del 1000%).

Analogamente a ISH, l'indice ITH è pari al minimo tra i valori calcolati per le diverse specie (e i relativi stadi vitali) presenti nel tratto fluviale considerato.

Dai punteggi assegnati ai due indici ISH e ITH deriva quindi il valore finale dell'Indice di integrità dell'Habitat fluviale (IH), che viene calcolato come valore minimo tra ISH e ITH e può anch'esso variare tra 0 e 1:

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

All'interno dall'intervallo di valori assunti dall'indice, 0 rappresenta un grado elevatissimo di alterazione della qualità dell'habitat fluviale e 1 significa assenza di alterazioni, ossia qualità dell'habitat coincidente con la condizione di riferimento (assenza di alterazione idromorfologica). In accordo all'impostazione della Direttiva Quadro Acque, l'integrità dell'habitat viene definita nelle cinque classi riportate in **Tabella 1**.

**Tabella 1** - Classi di integrità dell'habitat secondo l'indice IH.

IH	CLASSE
$IH \geq 0.80$	ELEVATO
$0.60 \leq IH < 0.80$	BUONO
$0.40 \leq IH < 0.60$	SUFFICIENTE
$0.20 \leq IH < 0.40$	SCADENTE
$IH < 0.20$	PESSIMO

## Analisi regionale delle relazioni habitat disponibile – portata defluente

La metodologia MesoHABSIM, ad oggi, conta **oltre 100 siti di applicazione nel territorio Italiano**, ubicati principalmente dell'arco Alpino, dell'Appennino Ligure, Tosco-Emiliano e Umbro-Marchigiano e della Pianura Padana. La **maggior parte delle applicazioni risulta localizzata nell'arco Alpino** ed alcune di queste sono state realizzate all'interno del territorio della regione Lombardia e della relativa Rete Natura 2000.

A seguito delle numerose applicazioni, tale metodologia di modellazione dell'habitat alla meso-scala si è dimostrata sufficientemente flessibile e strutturalmente adatta a rappresentare l'alta variabilità morfologica dei corsi d'acqua italiani, consentendo di analizzare la variazione sia spaziale sia temporale dell'habitat disponibile per l'ecosistema acquatico in caso di alterazione sia idrologica sia morfologica.

L'analisi regionale in questa fase è stata orientata alla disamina di tutte le applicazioni realizzate nell'ambito della metodologia MesoHABSIM all'interno del contesto Italiano, e in particolare Alpino e della Pianura Padana, mediante l'interrogazione del database delle applicazioni MesoHABSIM/IH curato da ISPRA.

Da tale tessuto informativo è stato estratto un campione comprensivo di **47 siti di applicazione** ricadenti all'interno dei territori regionali di Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia e Trentino-Alto Adige (**Figura 11**).

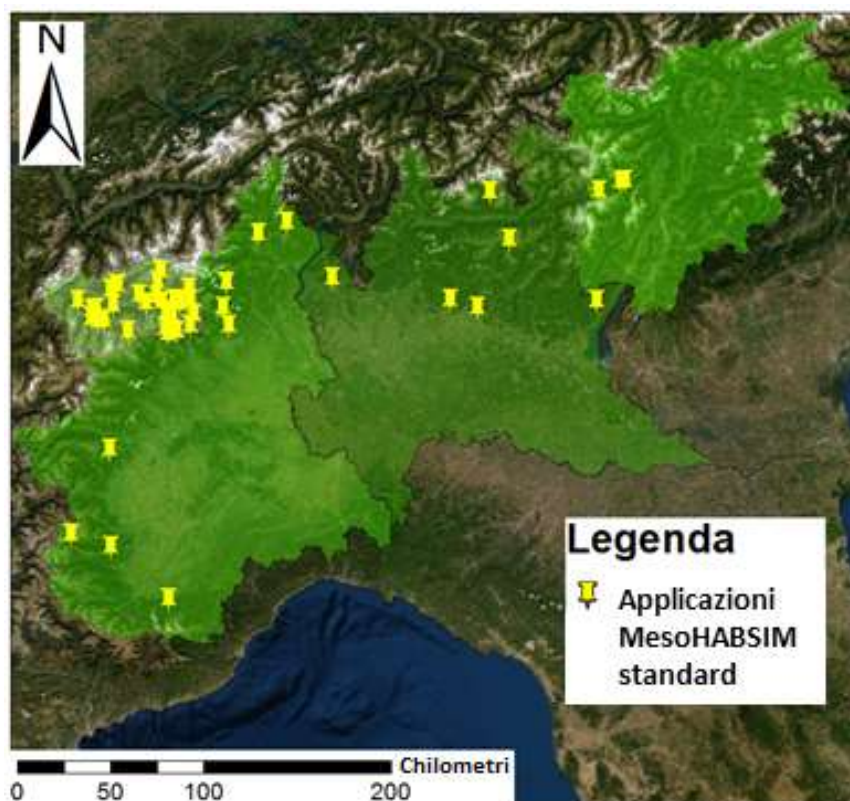
Gli stessi sono dunque stati suddivisi in funzione della tipologia morfologica caratterizzante, al fine di poter stabilire delle relazioni **regionali in grado di legare la portata defluente specifica (espressa il l/s·km<sup>2</sup>) all'habitat disponibile per una determinata specie target**.

Questa analisi è da considerarsi come un **livello preliminare di indagine** avente lo scopo di

collegare l'idro-morfologia a scala locale con le richieste ecologiche in termini di habitat della fauna;

- garantire la possibilità di applicare il metodo MesoHABSIM a scala regionale senza dover necessariamente ricorrere alla raccolta di dati idromorfologici e analisi sito-specifiche;
- permettere, di conseguenza, il calcolo dell'indice IH all'interno del reticolo idrografico di interesse.

Si fa presente che l'analisi eseguita **non esclude la possibilità di perfezionare le curve regionali di seguito presentate** attraverso la raccolta dei dati idromorfologici e la costruzione della relazione habitat disponibile – portata defluente sito-specifica. In particolare sarà possibile perfezionare l'analisi con singole applicazioni della metodologia MesoHABSIM/IH in siti utili ad eventuali indagini conoscitive e validazioni sul campo delle curve regionali proposte in contesti selezionati tramite l'azione C7 del Progetto LIFE14 IPE IT 018 – GESTIRE 2020.



**Figura 11.** Distribuzione spaziale del campione analizzato composto da 47 siti di applicazione delle metodologie MesoHABSIM/IH localizzati all'interno dei territori regionali del Piemonte, della Valle d'Aosta, della Lombardia e del Trentino-Alto Adige.

Inoltre, quando si utilizzano e si interpretano i risultati relativi all'utilizzo delle curve regionali habitat-portata presentate nel seguito, il concetto base che deve comunque essere chiaro è che si sta considerando l'**idromorfologia locale** (ossia l'habitat fisico) come il **fattore limitante per lo sviluppo e il mantenimento della popolazione** oggetto di studio. Questa ipotesi ovviamente non è sempre vera in natura, e i fattori limitanti delle popolazioni presenti nei corsi d'acqua possono non essere solamente legate all'idromorfologia locale. Lo stato della popolazione può infatti essere determinato dalla qualità dell'acqua, dalle attività antropiche come la gestione alieutica, da particolari shocks determinati da eccessive pressioni o eventi naturali estremi.

Si può quindi asserire che l'habitat fisico riportato nelle curve regionali è una **condizione necessaria, ma non sufficiente**, per lo sviluppo e il mantenimento di una popolazione. Tuttavia, è proprio **la capacità dei modelli di habitat di isolare l'effetto della sola componente idromorfologica sulle comunità acquatiche che li rende particolarmente idonei all'utilizzo nelle valutazioni di impatto delle derivazioni e nella definizione dei Deflussi Ecologici.**

Le derivazioni idriche generano infatti **modifiche al sistema fisico del fiume**, alterando sia il regime idrologico (in quanto viene derivata una parte della portata), sia il trasporto dei sedimenti (per intercettazione e diminuzione della pendenza a monte dell'opera di presa) e, di conseguenza, modificando anche la morfologia del corso d'acqua.

Al fine di poter regionalizzare le curve habitat disponibile-portata defluente sono state prese in considerazione le comunità ittiche e le specie maggiormente presenti all'interno del territorio regionale e di cui si disponeva di un campione di dati proveniente dalle applicazioni della metodologia MesoHABSIM con una numerosità campionaria sufficientemente elevata (almeno 10 valori di habitat disponibile per diverse portate in alveo che ricoprissero l'intera variazione idrologica dei corsi d'acqua in esame).

Le specie ittiche ed i relativi stadi vitali selezionati per l'analisi regionale sono le seguenti:

- ✓ trota fario (stadio vitale adulto e giovane);
- ✓ trota marmorata (stadio vitale adulto e giovane);
- ✓ scazzone (stadio vitale adulto);
- ✓ vairone (stadio vitale adulto);
- ✓ gambero di fiume (stadio vitale adulto e giovane).

Ad esclusione delle trota fario, queste specie sono tutte presenti in direttiva habitat (Direttiva n. 92/43/CEE, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche), e possono essere considerate come target ecologico nelle seguenti morfologie:

- ✓ **tratti fluviali semiconfinati – sinuosi e rettilinei;**
- ✓ **tratti fluviali confinati a canale singolo.**

In accordo con quanto riportato nel paragrafo 2 del seguente elaborato, le tipologie morfologiche sopra riportate fanno riferimento al **67% dei tratti fluviali considerati** nel reticolo idrografico di interesse.

Il restante 33% dei tratti fa riferimento a corsi d'acqua non confinati (aree Rete Natura 2000 appartenenti ai tratti planiziali dei fiumi di pianura) i quali necessiteranno di un approfondimento specifico a seguito del presente studio. E' anche importante riportare che a seguito del presente studio sarà necessaria una ulteriore analisi focalizzata su altre specie di ciprinidi reofili (per es., barbo comune, barco canino, lasca, savetta) e limnofili (per es., carpa e scardola) al fine di aumentare il numero di specie considerate come target ecologico.

Le curve habitat disponibile – portata defluente riportate nel seguito sono da considerarsi valide per corsi d'acqua il cui alveo attivo è caratterizzato da larghezze medie simili a quelle dei tratti utilizzati per l'analisi regionale. In particolare per tratti fluviali semiconfinati sinuosi e rettilinei di larghezza tra 10 e 70 m e tratti confinati a canale singolo di larghezze tra 5 e 40 m. I tratti fluviali confinati a canale singolo utilizzati per la regionalizzazione della curva habitat disponibile - portata defluente per il gambero di fiume sono caratterizzati da larghezze dell'alveo attivo tra 1 e 10 m.

In termini generali, è possibile rappresentare la relazione che lega l'habitat disponibile, per una determinata specie o una comunità, con la portata defluente attraverso la seguente espressione matematica:

$$H = \alpha - \alpha \cdot e^{\beta \cdot q} + \gamma \cdot q,$$

dove  $H$  rappresenta la quantità di habitat disponibile (espressa in  $m^2$  o % di alveo bagnato) per la specie o il relativo stadio vitale,  $q$  è la portata specifica defluente in alveo (espressa in  $l/s \cdot km^2$ ), mentre  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  sono tre parametri dell'equazione.

In particolare i campi di esistenza dei parametri  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  sono i seguenti:

$$\alpha > 0;$$

$$\beta < 0;$$

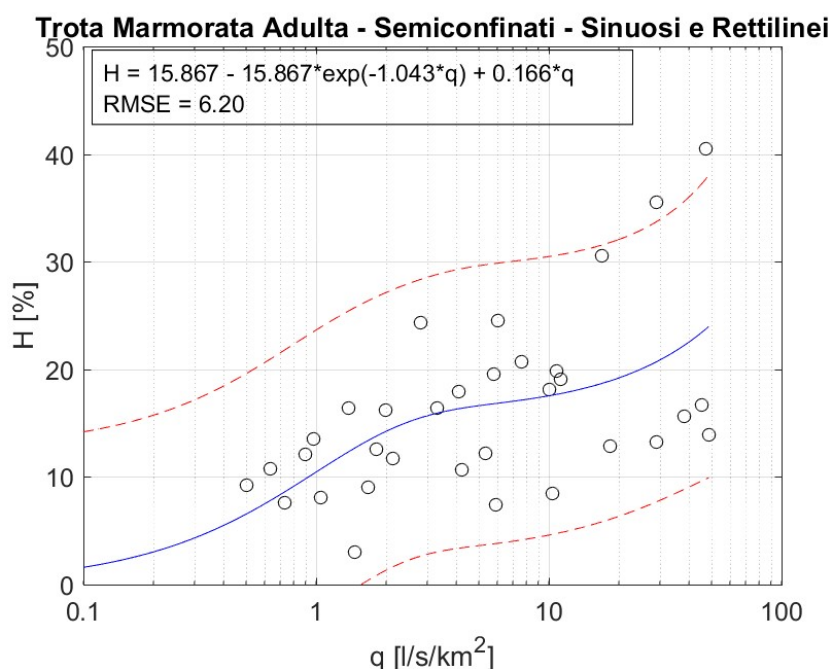
$$-\infty < \gamma < +\infty.$$

Si noti come la funzione matematica e i campi di esistenza dei parametri sopra riportati definiscano una **funzione passante per l'origine degli assi** e che può avere tre principali forme:

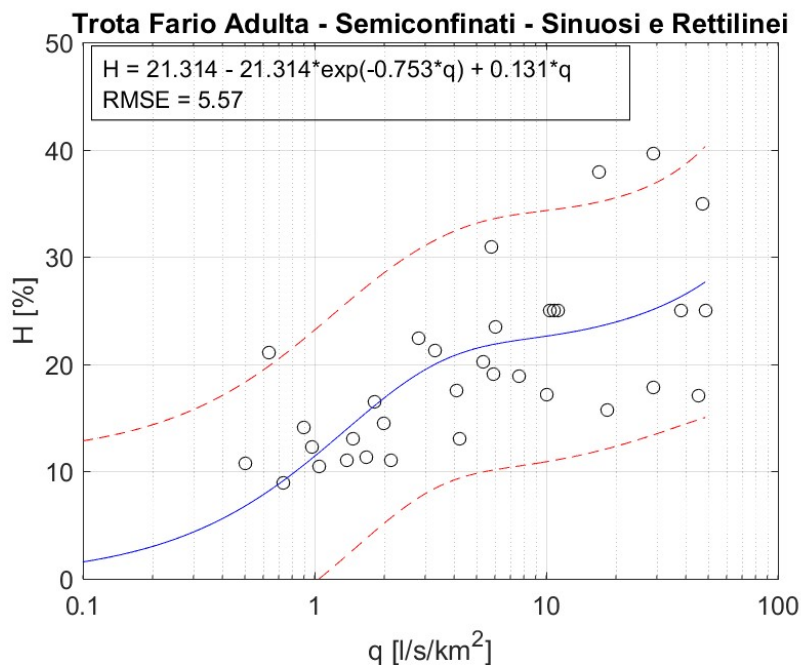
- ✓ funzione con un asintoto orizzontale pari ad  $\alpha$ , nel caso in cui  $\gamma$  venga posto pari a zero;
- ✓ funzione monotona crescente, nel caso in cui sia  $\gamma > 0$ ;
- ✓ funzione con un valore massimo, nel caso in cui sia  $\gamma < 0$ .

Per ulteriori dettagli sulla costruzione delle curve regionali habitat disponibile – portata defluente si faccia riferimento alla relazione tecnica “Definizione delle eco-regioni e curve regionali habitat disponibile – portata defluente per specie target di riferimento”.

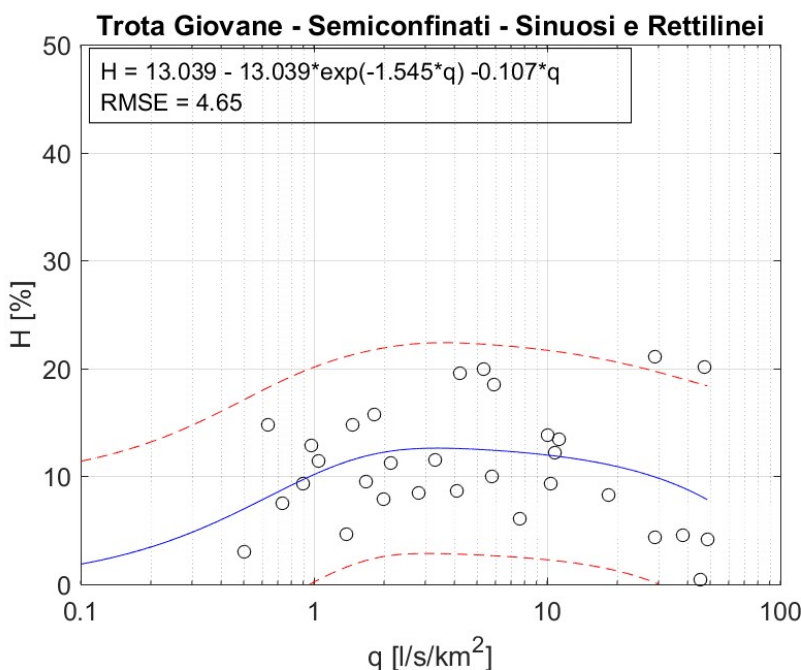
Raggruppando per tipologia morfologica le applicazioni della metodologia MesoHABSIM selezionate è stato quindi possibile definire attraverso una regressione le curve regionali habitat disponibile – portata defluente riportate nelle **Figure 12-22**. In particolare nelle Figure 12-16 sono riportate le curve regionali per tratti fluviali semiconfinati – sinuosi e rettilinei, mentre in Figura 17-22 sono riportate le curve regionali per tratti fluviali confinati a canale singolo.



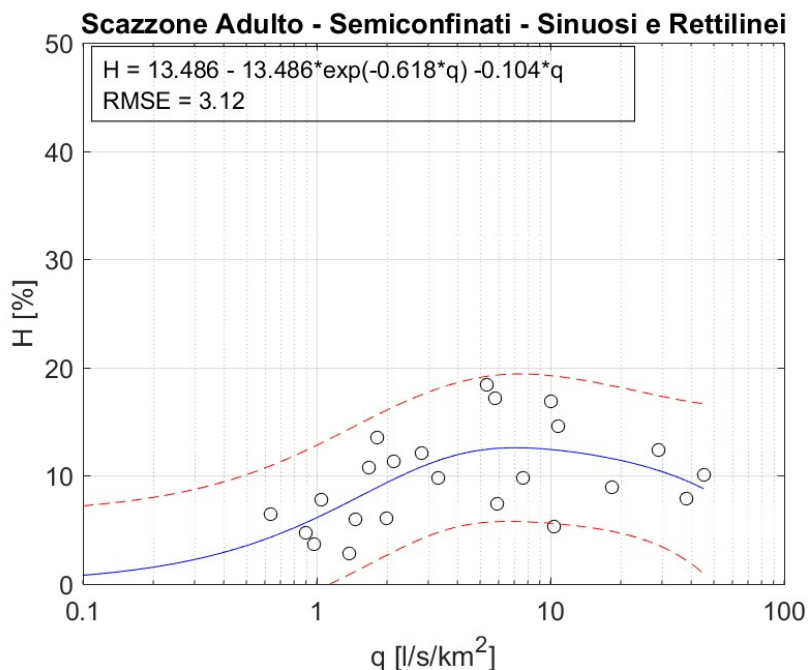
**Figura 12.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per la trota marmorata – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua semiconfinati – sinuosi e rettilinei.



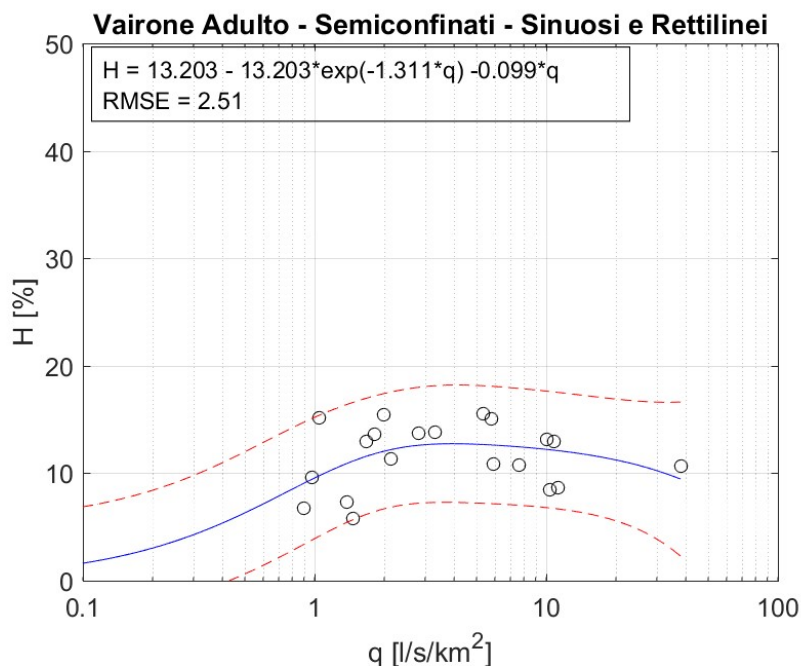
**Figura 13.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per lo trotafario – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua semiconfinati – sinuosi e rettilinei.



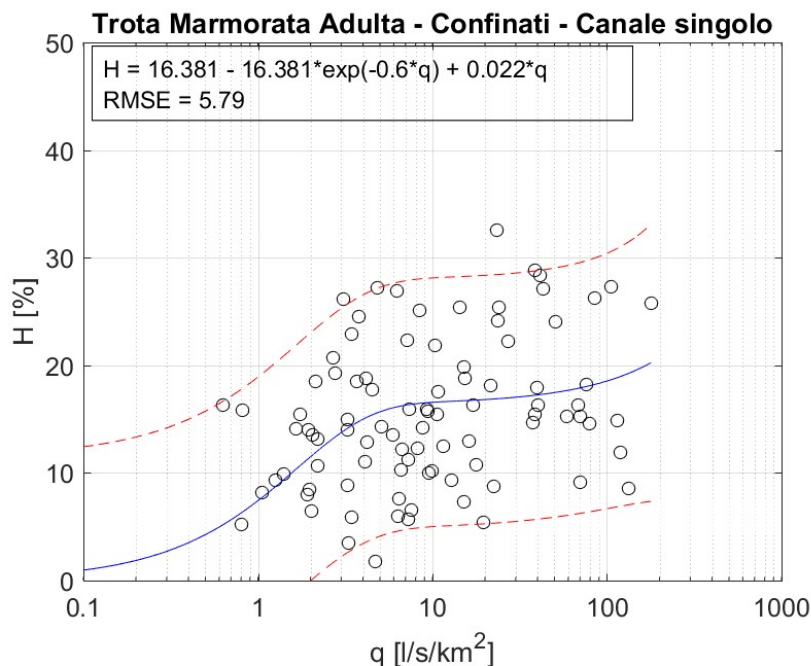
**Figura 14.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per lo trota (fario e marmorata) – stadio vitale giovane nel caso di corsi d’acqua semiconfinati – sinuosi e rettilinei.



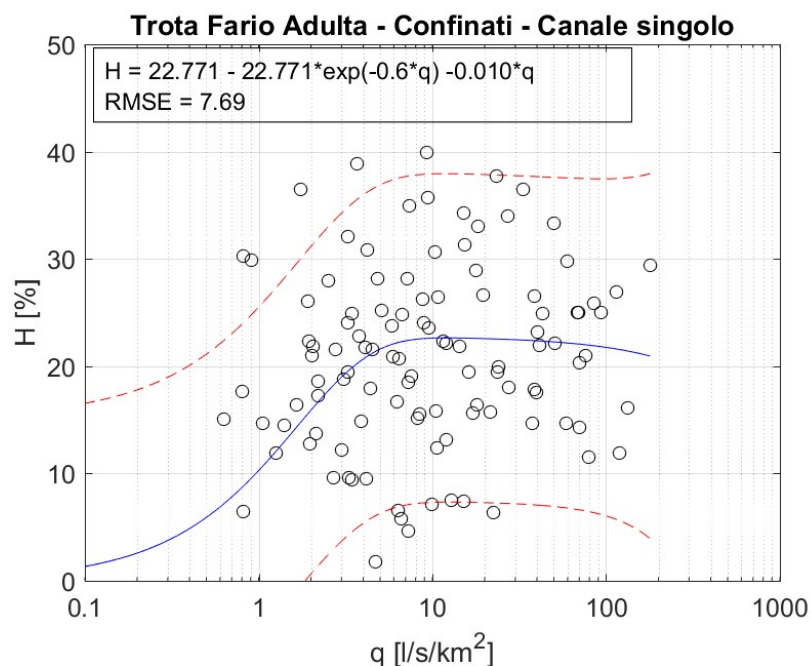
**Figura 15.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per lo scazzone – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua semiconfinati – sinuosi e rettilinei.



**Figura 16.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per il vairone – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua semiconfinati – sinuosi e rettilinei.

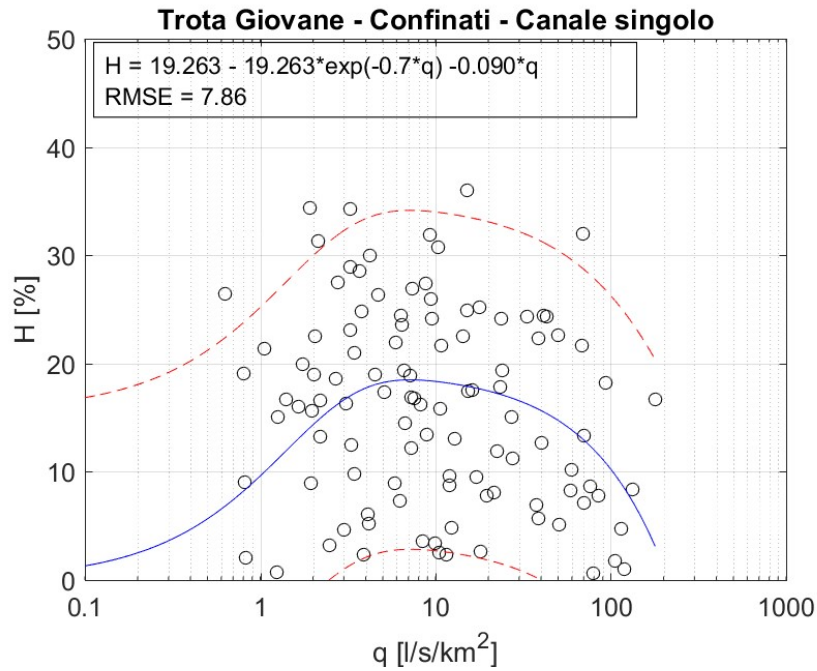


**Figura 17.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per la trota marmorata – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua confinati a canale singolo.

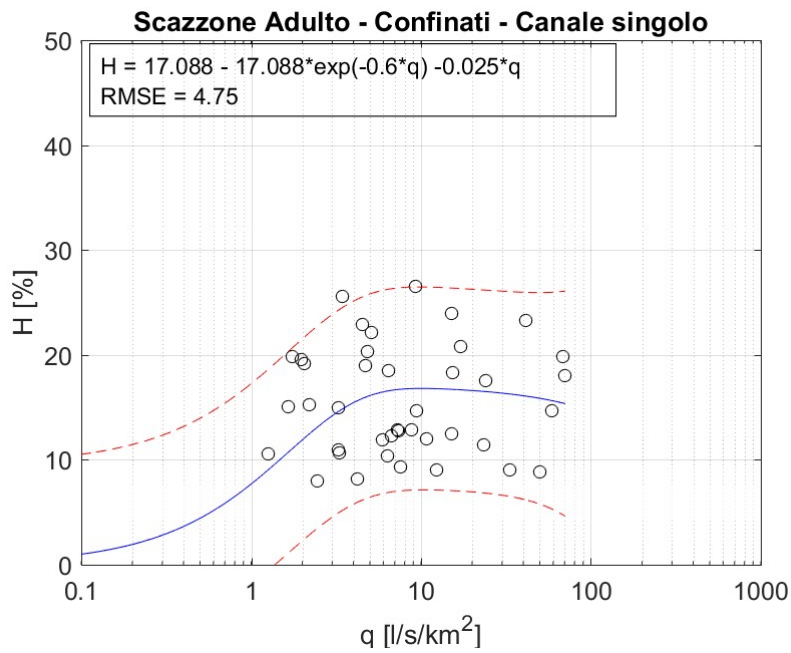


**Figura 18.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per la trota fario – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua confinati a canale singolo.

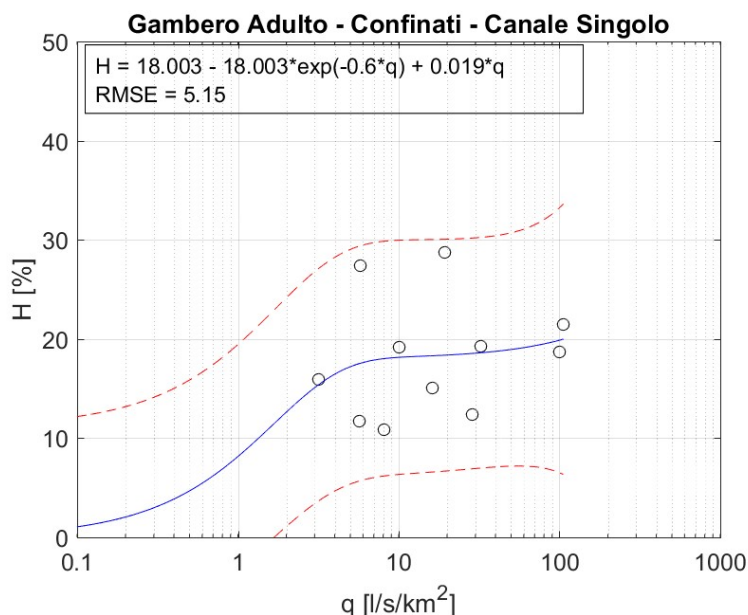




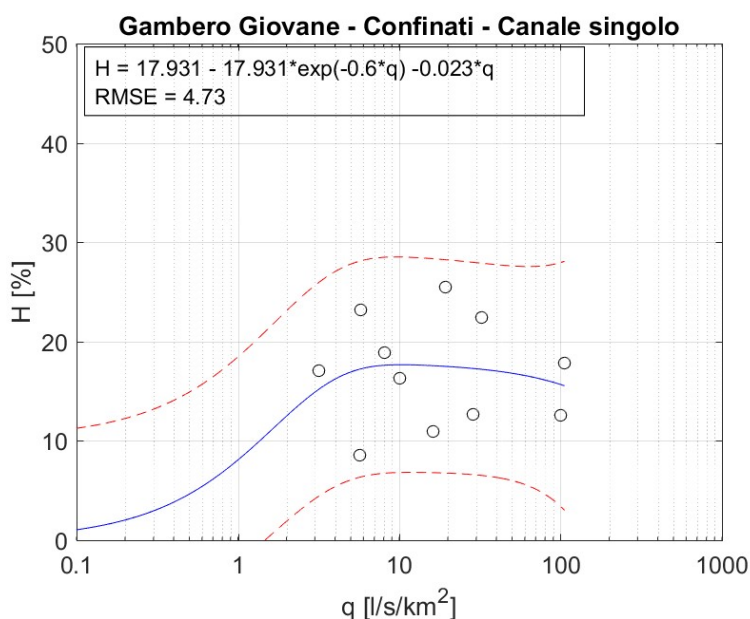
**Figura 19.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per la trota (fario e marmorata) – stadio vitale giovane nel caso di corsi d’acqua confinati a canale singolo.



**Figura 20.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per lo scazzone – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua confinati a canale singolo.



**Figura 21.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per il gambero di fiume – stadio vitale adulto nel caso di corsi d’acqua confinati a canale singolo.



**Figura 22.** Curva regionale habitat disponibile – portata defluente per il gambero di fiume – stadio vitale giovane nel caso di corsi d’acqua confinati a canale singolo.

È infine importante sottolineare che l’impossibilità di classificare dal punto di vista morfologico i tratti confinati a canale singolo d’interesse ad un livello di dettaglio maggiore (*cascade, plane bed, step-pool, riffle-pool*), impone l’utilizzo delle equazioni che legano l’habitat disponibile per una data specie alla portata transitante appena presentate. Limitando di fatto l’accuratezza nella stima dell’habitat a causa della maggiore dispersione dei dati interpolati attraverso la regionalizzazione delle curve. Tuttavia, nella relazione tecnica “Definizione delle eco-regioni e curve regionali habitat disponibile – portata defluente per specie target di riferimento” vengono riportate le curve regionali per tratti confinati a canale singolo con morfologia *cascade, plane bed* e *step-pool*.

## 4) Selezione delle stazioni di misura della portata defluente per la definizione del fattore correttivo N

Per la definizione del fattore correttivo N è risultata indispensabile una fase preliminare di selezione finalizzata all'individuazione di misure di portata registrate su base giornaliera che consentissero l'analisi della variabilità spazio-temporale degli habitat fluviali che caratterizzano i corsi d'acqua oggetto del presente studio.

In particolare, la base di dati disponibili fa riferimento all'insieme di serie temporali di portata composte da:

- ✓ serie storiche registrate dagli idrometri della rete di ARPA Lombardia,
- ✓ valori di portata misurata nel corso delle sperimentazioni regionali per la definizione delle portate medie mensili e annuali nei principali bacini idrografici della Lombardia,
- ✓ misure giornaliere di portata derivata e rilasciata come DMV dalle principali centrali idroelettriche del territorio regionale.

Da tale campione è stato estratto un numero totale di serie di portata pari a **20** stazioni di misura in accordo ai seguenti criteri:

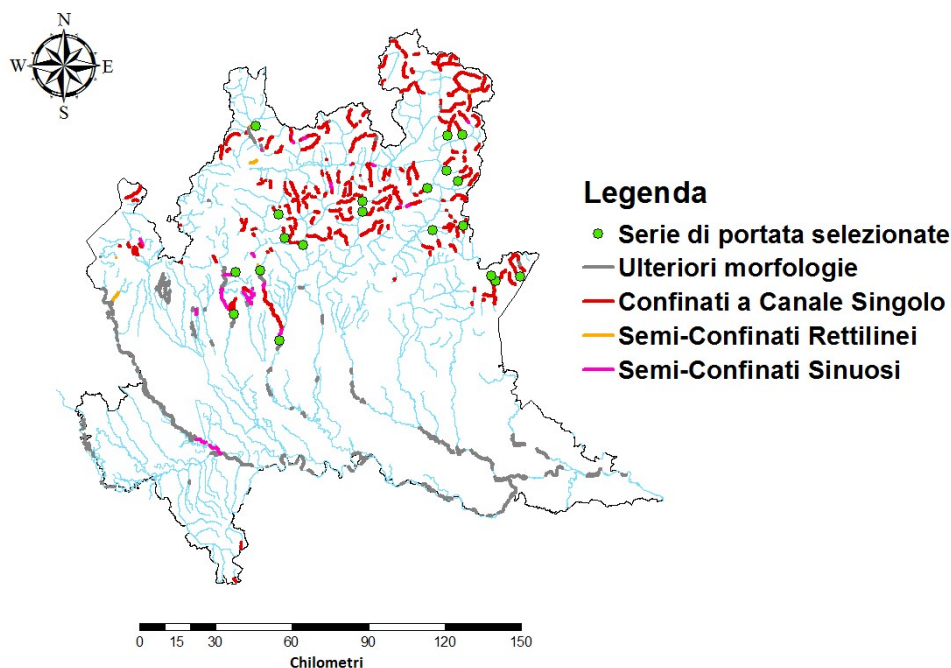
- ✓ localizzazione geografica all'interno delle tipologie idro-morfologiche riportate al paragrafo 2 della presente relazione che caratterizzano i corsi d'acqua d'interesse.
- ✓ prossimità della stazione di misura rispetto alla rete idrografica delle aree protette e Rete Natura 2000
- ✓ localizzazione delle stazioni di misura in tratti classificati morfologicamente come C-CS, SC-R e SC-S, essendo state definite le curve regionalizzate habitat disponibile-portata fluente per tali morfologie (paragrafo 3).
- ✓ estensione temporale delle serie di portata media giornaliera non inferiore a 2 anni.
- ✓ possibilità di eseguire un bilancio idrico tra portata in arrivo da monte all'opera di presa, portata derivata e portata rilasciata a valle come DMV.

Attraverso un'analisi spaziale realizzata mediante strumenti GIS, sono state estratte tutte quelle serie temporali che ricadevano all'interno dei bacini afferenti ai corpi idrici in analisi e con le caratteristiche sopra descritte. In particolare, è stato possibile ottenere serie di portata giornaliera misurata in continuo per tratti fluviali classificati dal punto di vista morfologico come confinati a canale singolo (C-CS) e semi-confinati rettilinei e sinuosi (SC-R e SC-S) e appartenenti ai gruppi idrologici Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4.

In **Figura 23** è possibile apprezzare la localizzazione all'interno del territorio regionale delle 20 serie di portata selezionate.

E' importante sottolineare come il dato di portata in alveo fornito a valle delle opere di presa **non contempli gli eventuali sfiori al di sopra delle opere o attraverso gli organi di regolazione e manovra**, ma venga solamente riportato il dato di portata derivata e portata rilasciata come Deflusso Minimo Vitale a valle dell'opera. Per ottenere un'analisi completa dell'andamento della portata in alveo e del relativo habitat disponibile per la fauna ittica durante tutto l'anno idrologico, la misura della portata in alveo a valle dell'opera dovrebbe essere fornita tenendo conto del deflusso totale in alveo, non solo in termini di DMV.

**Le misure di portata se così strutturate garantirebbero, oltre ad una maggior conoscenza della dinamica del regime idrologico e dell'habitat disponibile per la fauna, anche la possibilità di chiudere in modo univoco il bilancio idrico in corrispondenza di ogni derivazione.**



**Figura 23.** Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale delle 20 serie di portate selezionate in funzione della morfologia dei corsi d'acqua d'interesse.

**Tabella 3** – Serie temporali di portate utilizzate nella stima del fattore correttivo *N*

Serie di portate	Fiume/torrente	Tipologia morfologica	Regime idrologico
ELETTRICA DALIGNESE S.R.L.	Fiumecolo	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 1
SOCIETA' ELETTRICA VEZZA S.R.L.	Val Grande	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 1
INIZIATIVE BRESCIANE S.P.A.	Allione	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
MALGA BLUMONE	Caffaro	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
TERZO SALTO	Grigna	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
POLIPLAST S.P.A.	Nero	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
AZIENDA ELETTRICA VALLECAMONICA S.R.L.	Poja di Salerno	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
ERRENERGIA SRL	Remulo	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
E.D.V. S.R.L.	Schiesone	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
IDROWATT S.R.L.	Valle Sedornia	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 2
IDROELETTRICA NORD ITALIA SRL	Droanello	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 3
VIRGILIO CENA E FIGLI SPA	San Michele	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 3
IDROELETTRICA NORD ITALIA SRL	Toscolano	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 3
IDROVALTORTA SRL	Caravino	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 4
IDROSANGIOVANNI S.R.L.	Enna	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 4
KATENA SRL	Valle della Madonna	Confinato–CanaleSingolo	Tipo 4
OLGINATE-S. MARIA LAVELLO	Adda	Semiconfinato- -Sinuoso	Tipo 2
FARA GERA D'ADDA	Adda	Semiconfinato- -Sinuoso	Tipo 2
MOLTENO-CIMITERO	Bevera	Semiconfinato- -Sinuoso	Tipo 4
LESMO-PEREGALLO	Lambro	Semiconfinato- -Sinuoso	Tipo 4

## 5) Definizione bioperiodi fauna

Selezionate le 20 stazioni di misura della portata, sono stati individuati i bioperiodi più significativi per la fauna ittica su scala annuale.

Per *bioperiodo* si intende un arco temporale nel quale determinati processi biologici possono naturalmente essere svolti dalla fauna ittiche (accrescimento, riproduzione, etc), in stretta relazione con le caratteristiche idrologiche e morfologiche di un corso d'acqua.

Per la loro determinazione sono state considerate sia le specificità biologiche che distinguono le specie target, sia le peculiarità dei regimi idrologici dei corsi d'acqua di interesse. Nell'ambito del presente studio i bioperiodi di riferimento per la riproduzione della specie corrispondono a quelli compresi tra ottobre-gennaio per la trota marmorata, aprile-ottobre per il gambero di fiume e marzo-agosto per il vairone.

Analizzando altresì l'andamento degli idrogrammi costruiti su base mensile delle cinque tipologie idrologiche che caratterizzano i corsi d'acqua d'interesse (paragrafo 2), è risultato possibile distinguere quei periodi nei quali la portata assume valori minimi (periodi di magra) e massimi (periodi di piena ordinaria).

In base a tali considerazioni, per ciascuna delle cinque tipologie idrologiche sono stati definiti i bioperiodi riassunti in **Tabella 4**.

- ✓ Overwintering: Periodo invernale di magra
- ✓ Spring Spawning: Periodo primaverile di riproduzione della comunità ciprinicola
- ✓ Summer low flows: Periodo estivo di magra
- ✓ Summer high flows: Periodo estivo di piena ordinaria
- ✓ Fall spawning: Periodo autunnale di riproduzione della comunità salmonicola

**Tabella 4** – Bioperiodi individuati per le cinque tipologie idrologiche che caratterizzano i corsi d'acqua in analisi.

Regime idrologico	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall Spawning
<b>Tipo 1</b>	Gen-Mar	/	Apr-Lug	Ago-Dic
<b>Tipo 2</b>	Gen-Mar	Apr-Giu	Lug-Sett	Ott-Dic
<b>Tipo 3</b>	Gen-Mar	Apr-Sett		Ott-Dic
<b>Tipo 4</b>	Gen-Mar	Apr-Giu	Lug-Sett	Ott-Dic
<b>Tipo 5</b>	Gen-Mar	Apr-Giu	Lug-Sett	Ott-Dic

## 6) Linee guida per la definizione del fattore correttivo N

Valutato il campione di serie di portata utili, la stima del fattore correttivo N è stata eseguita seguendo l'approccio introdotto dalla metodologia MesoHABSIM/IH (MLG ISPRA 154/2017, DD 30/STA 13/02/2017), descritto in maniera concisa nella precedente trattazione (paragrafo 3). Secondo tale approccio, affinché sia mantenuta l'integrità dell'habitat, l'indice IH (Indice di integrità dell'Habitat fluviale) deve assumere una classe di qualità non inferiore allo stato BUONO e quindi avere come risultato un valore di  $IH \geq 0.6$ .

Perché questo avvenga è necessario che i due subindici ITH (Indice di disponibilità Temporale dell'Habitat fluviale) e ISH (Indice di disponibilità Spaziale dell'Habitat fluviale) risultino entrambi maggiori o uguali di 0.6 durante tutti i bioperiodi individuati, in quanto l'IH è definito come:

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

Per sua definizione, il sub-indice ITH ha un peso molto forte nella definizione dei valori del fattore correttivo N durante i periodi di magra (valori minimi di portata in alveo, bioperiodo di *Overwintering* per tutte le 5 tipologie idrologiche, bioperiodo *Summer low flows* per i corsi d'acqua con regime idrologico Tipo 4 e 5, bioperiodo *Fall spawning* per fiumi con regime idrologico Tipo 3). Il sub-indice ISH ha invece una influenza marcata nella definizione del fattore correttivo N nei bioperiodi in cui la portata in alveo è naturalmente maggiore (bioperiodo *Summer high flows* nei corsi d'acqua con regime idrologico Tipo 1 e Tipo 3; periodo *Spring spawning* e *Fall spawning* nei corsi d'acqua con regime idrologico Tipo 2, Tipo 4 e Tipo 5).

A partire quindi delle serie temporali di portata defluente misurate nelle stazioni di misura selezionate (paragrafo 4), si sono ottenute le relative serie temporali di habitat disponibile (esempi in **Figura 24** e **25**) attraverso l'utilizzo delle curve regionali habitat disponibile-portata fluente descritte nel paragrafo 3 (**Figure 12-22**).

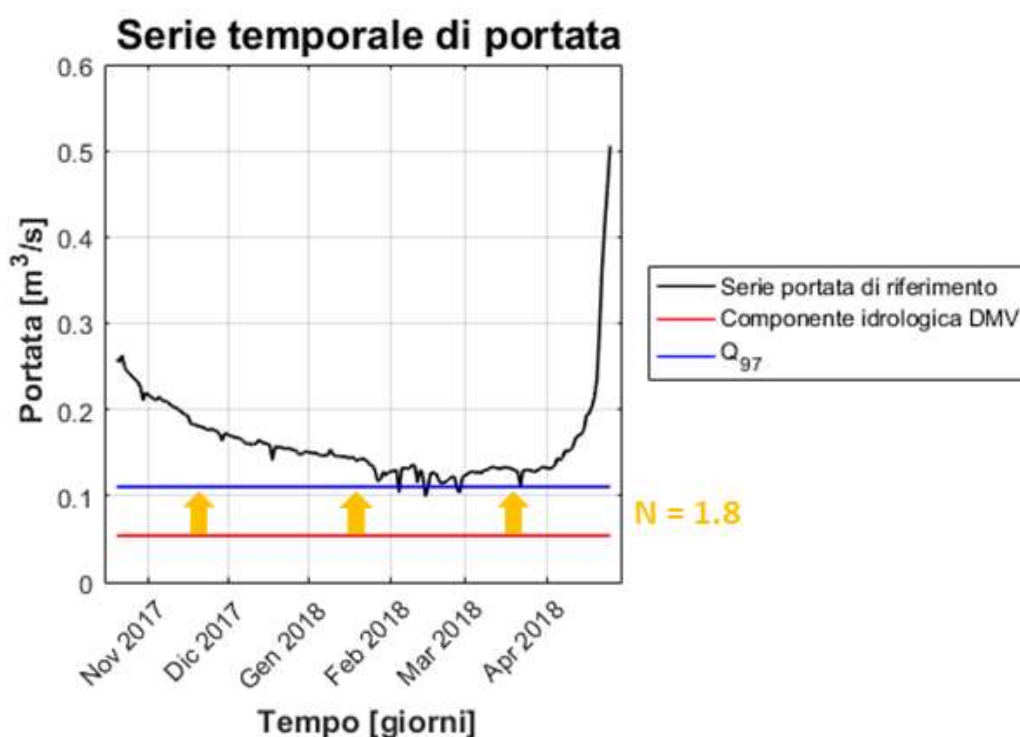
Per ciascuna serie temporale considerata, in funzione della morfologia del corpo idrico, è stata quindi ottenuta una corrispondente serie temporale di habitat per ognuna delle specie target distribuite nelle diverse eco-regioni (**Figura 10**). In particolare, è stato possibile ottenere, per ciascuna specie, una serie temporale di habitat di "riferimento" (ottenuta facendo l'ipotesi di assenza dell'opera di presa) e una serie di portata "alterata" data dal rilascio della componente idrologica del Deflusso Minimo Vitale definito dal PTUA 2016 (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ).

Dall'analisi delle due serie di habitat (condizioni di riferimento e condizioni alterate) è stato possibile, per ciascuna specie, quantificare i seguenti parametri, necessari al calcolo dei due sub-indici ITH e ISH:

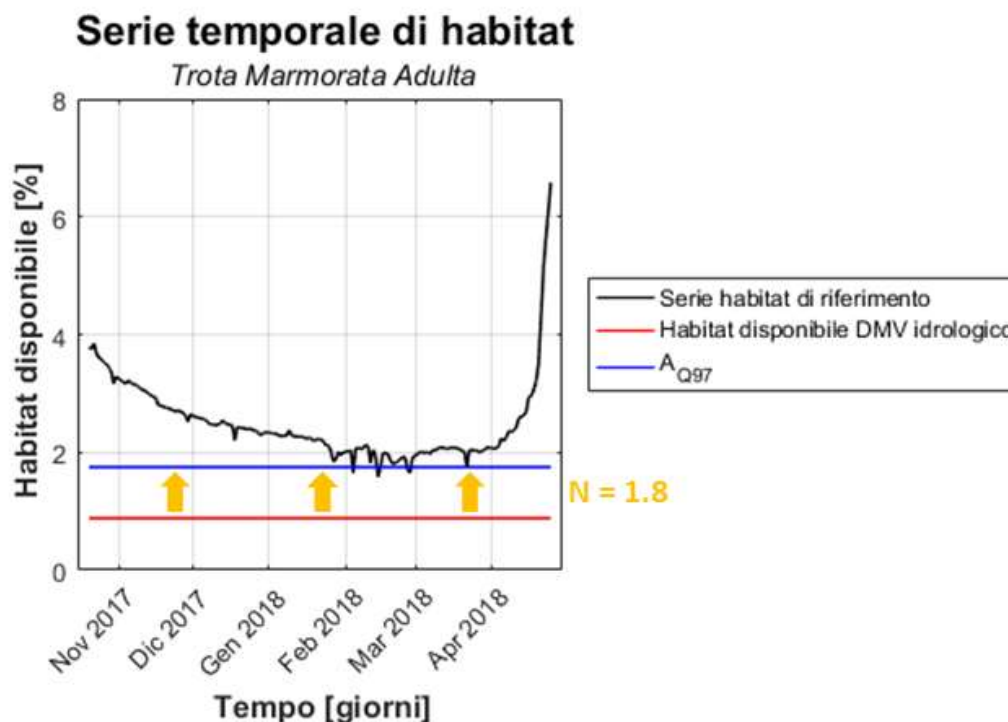
- habitat disponibile corrispondente al 97° percentile della curva di durata delle portate in condizioni di riferimento ( $A_{Q97}$ );
- habitat disponibile corrispondente al rilascio della sola componente idrologica del DMV, come definito dal PTUA 2016 (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ );
- habitat medio disponibile in condizioni di riferimento ( $A_{Hd,r}$ );
- habitat medio disponibile in condizioni alterate ( $A_{Hd}$ ).

I valori del fattore correttivo N, superiori a 1, sono quindi stati ottenuti in modo da aumentare il valore della componente idrologica del DMV al fine di ottenere una ridotta alterazione dell'habitat disponibile sia nei periodi di magra (bioperiodo di *Overwintering* per tutte le 5 tipologie idrologiche, bioperiodo *Summer low flows* per i corsi d'acqua con regime idrologico Tipo 4 e 5, bioperiodo *Fall spawning* per fiumi con regime idrologico Tipo 3), sia nei periodi in cui la portata in alveo è naturalmente maggiore (bioperiodo *Summer High Flows* nei corsi d'acqua con regime idrologico Tipo 1 e Tipo 3; bioperiodo *Spring spawning* e/o *Fall spawning* nei corsi d'acqua con regime idrologico Tipo 2, Tipo 4 e Tipo 5).

Per quanto riguarda i periodi di magra, in Figura 24 e 25 viene riportato un esempio di aumento del valore di portata dato dalla componente idrologica del DMV (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ) al fine di limitare l'alterazione dei periodi di stress per la fauna, periodi caratterizzati da limitate disponibilità di habitat inferiore al valore di  $A_{Q97}$ . Nell'esempio riportato un valore del fattore N, pari a 1,8, viene proposto per limitare la durata di eventi di stress per la fauna ittica, caratterizzati dal perdurare nel tempo di limitate condizioni di disponibilità di habitat inferiori al valore di  $A_{Q97}$ .



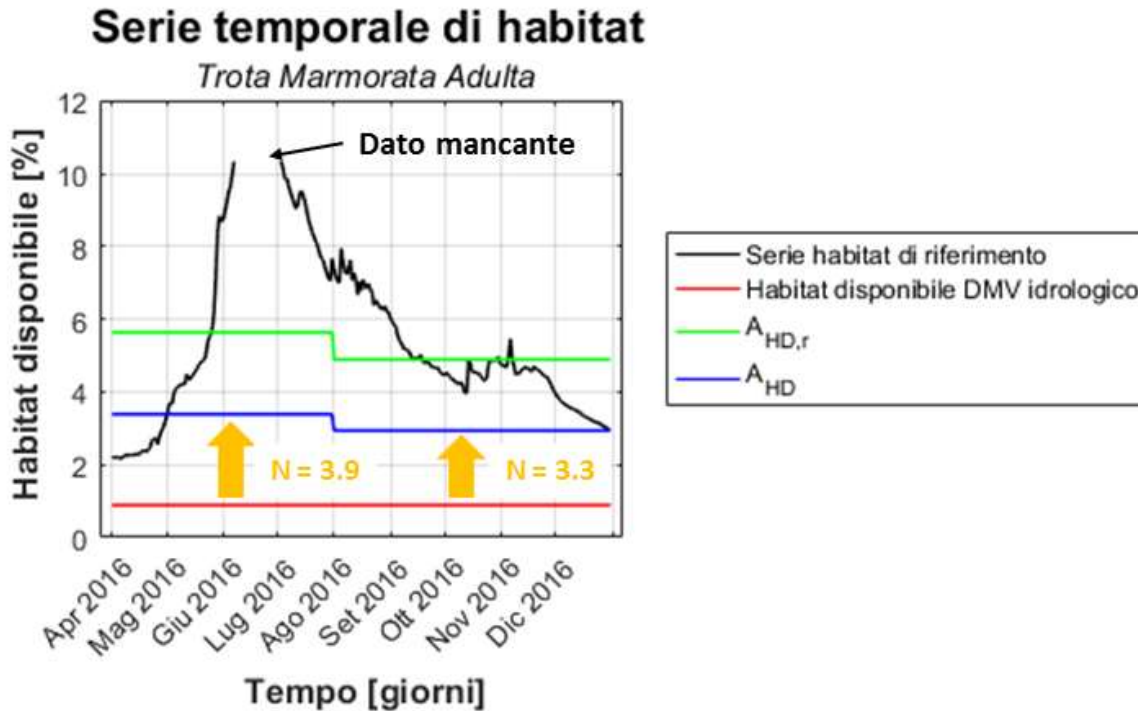
**Figura 24.** Esempio di serie temporale di portata (linea continua di colore nero) durante il bioperiodo “Overwintering”, periodo idrologico di magra. La serie fa riferimento al torrente Fiumecolo (provincia di Brescia) appartenente alla tipologia idrologica 1 e classificato dal punto di vista morfologico come corso d'acqua Confinato a Canale Singolo (C-CS). È possibile apprezzare come il periodo di magra in condizioni di riferimento si concentrino nei mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo, corrispondendo al bioperiodo “Overwintering”. La linea continua di colore rosso rappresenta il valore di portata relativo alla componente idrologica del DMV definito dal PTUA 2016 (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ); la linea continua di colore blu rappresenta la portata di magra relativa alla portata  $Q_{97}$ , corrispondente al 97° percentile della curva di durata delle portate ottenuta dai dati misurati dalla stazione. Le frecce di colore giallo rappresentano l'aumento del valore di DMV, dato dal fattore N, al fine di garantire una limitata alterazione idrologica dei periodi di magra.



**Figura 25.** Esempio di serie temporale di habitat (linea continua di colore nero) durante il bioperiodo “Overwintering”, periodo idrologico di magra. La serie fa riferimento al torrente Fiumecolo (provincia di Brescia) appartenente alla tipologia idrologica 1 e classificato dal punto di vista morfologico come corso d’acqua Confinato a Canale Singolo (C-CS). È possibile apprezzare come il periodo di magra e le relative disponibilità minime di habitat in condizioni di riferimento si concentrino nei mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo, corrispondendo al bioperiodo “Overwintering”. La linea continua di colore rosso rappresenta il valore di habitat relativo alla componente idrologica del DMV definito dal PTUA 2016 (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ); la linea continua di colore blu rappresenta l’habitat disponibile relativo alla portata  $Q_{97}$ , corrispondente al 97° percentile della curva di durata delle portate. Le frecce di colore giallo rappresentano l’aumento del valore di habitat relativo al rilascio del DMV, conseguente all’applicazione dal fattore  $N$ , al fine di garantire una limitata alterazione dei periodi di limitata disponibilità di habitat.

Per quanto riguarda i bioperiodi *Summer High Flows*, *Fall spawning*, in **Figura 26** viene riportato un esempio di aumento del valore di portata dato dalla componente idrologica del DMV (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ) al fine di limitare l’alterazione media dell’habitat disponibile in condizioni di riferimento (condizioni date dall’assenza dell’opera di presa). Nell’esempio riportato un valore del fattore  $N$ , pari a 3.9 nel bioperiodo *Summer High Flows* e 3.3 nel bioperiodo *Fall spawning* vengono proposti per limitare l’alterazione media dell’habitat disponibile ottenuto in condizioni di riferimento ( $A_{Hd,r}$  - linea di colore verde) e passare dal rilascio di una portata costante (Habitat disponibile relativo alla componente idrologica DMV – linea di colore rosso) a un rilascio modulato nel tempo ( $A_{Hd}$  - linea di colore blu). Per semplicità di applicazione il rilascio dall’opera di presa è considerato costante per il bioperiodo indicato, tuttavia si auspica che nelle applicazioni pratiche della procedura qui descritta il rilascio possa essere modulato su base mensile o quindicinale al fine di seguire maggiormente l’andamento naturale delle portate in alveo.





**Figura 26.** Esempio di serie temporale di habitat (linea continua di colore nero) durante i bioperiodi “Summer High Flows” e “Fall spawning”, periodi idrologici di piena ordinaria e di riproduzione della comunità salmonicola. La serie fa riferimento al torrente Fiumecolo (provincia di Brescia) appartenente alla tipologia idrologica 1 e classificato dal punto di vista morfologico come corso d’acqua Confinato a Canale Singolo (C-CS). È possibile apprezzare in figura come il periodo di portata massima e le relative disponibilità massime di habitat per la trota marmorata adulta si concentrino, in condizioni di riferimento, nei mesi di Giugno e Luglio, all’interno dell’bioperiodo “Summer High Flows”. La linea continua di colore rosso rappresenta il valore di habitat relativo alla componente idrologica del DMV definito dal PTUA 2016 (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ); la linea continua di colore verde rappresenta l’habitat medio disponibile in condizioni di riferimento ( $A_{HD,r}$ ) per i due bioperiodi considerati; la linea continua di colore blu rappresenta l’habitat medio ( $A_{HD}$ ) che dovrebbe essere garantito a seguito di un prelievo per mantenere il valore dell’indice  $ISH \geq 0.6$  durante i due bioperiodi considerati. Le frecce di colore giallo rappresentano l’aumento del valore di habitat relativo al rilascio del DMV, conseguente all’applicazione del fattore correttivo N, al fine di garantire una limitata alterazione dell’habitat durante i bioperiodi considerati. Interessante anche notare come, a causa dell’assenza dei valori di portata in arrivo all’opera di presa durante il periodo di maggiore portata in alveo per mancanza dell’informazione idrologica relativa agli sfiori sull’opera di presa.

A seguito dell'applicazione della procedura di determinazione del fattore correttivo N precedentemente descritta, è stato possibile ottenere i valori riportati nelle **Tablelle 5-7**, suddivisi per (i) specie di riferimento, (ii) tipologia morfologica e (iii) tipologia di regime idrologico.

I valori vengono forniti in tabella in termini di media e scarto quadratico medio per fornire un'indicazione della dispersione dei valori. Nei casi in cui lo scarto quadratico medio non viene fornito (caso dei corsi d'acqua a canale singolo in cui è presente come specie di riferimento il gambero di fiume), la definizione del fattore correttivo N è basata su una sola stazione di misura della portata defluente (torrente Droanello), in relazione alla delimitazione delle eco-regioni realizzata (paragrafo 3).

**Tabella 5** – Valori del fattore correttivo N per i corsi d'acqua confinati a canale singolo suddivisi per (i) gruppo idrologico, (ii) specie ittica di riferimento e (iii) bioperiodo.

### Confinati a canale singolo

Regime idrologico	Specie	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall spawning
Tipo 1	Trota marmorata adulto	3.5±0.4	/	5.6±0.9	3.9±0.9
	Trota fario adulto	3.4±0.1	/	5.6±0.9	3.9±0.9
	Trota giovane	3.0±0.1	/	5.6±0.9	3.9±0.9
	Scazzone adulto	2.9±0.1	/	5.6±0.9	3.9±0.9
Tipo 2	Trota marmorata adulto	2.7±1.6	4.7±2.0	4.3±1.9	4.0±1.7
	Trota fario adulto	2.6±1.5	4.7±2.0	4.3±1.9	4.0±1.7
	Trota giovane	2.4±1.1	4.7±2.0	4.3±1.9	4.0±1.7
	Scazzone adulto	2.4±1.5	4.7±2.0	4.3±1.9	4.0±1.7
Tipo 3	Trota marmorata adulto	4.7±0.7		5.4±1.1	4.7±0.7
	Trota fario adulto	4.4±0.8		5.4±1.1	4.4±0.8
	Trota giovane	4.5±0.9		5.4±1.1	4.5±0.9
	Scazzone adulto	4.2±0.9		5.4±1.1	4.2±0.9
Tipo 4	Trota marmorata adulto	2.6±0.7	6.0±0.5	2.6±0.7	3.6±0.6
	Trota fario adulto	2.2±0.8	6.0±0.5	2.2±0.8	3.6±0.6
	Trota giovane	2.3±0.8	6.0±0.5	2.3±0.8	3.6±0.6
	Scazzone adulto	2.2±0.2	6.0±0.5	2.2±0.2	3.6±0.6

**Tabella 6** – Valori del fattore correttivo N per i corsi d'acqua confinati a canale singolo, gruppo idrologico Tipo 3 e con specie target gambero di fiume.

### Confinati a canale singolo (gambero di fiume)

Gruppo idrologico	Specie	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall spawning
Tipo 3	Gambero di fiume	5.3		6.1	5.3

**Tabella 7** – Valori del fattore correttivo N per i corsi d'acqua semiconfinati- sinuosi e rettilinei suddivisi per (i) gruppo idrologico, (ii) specie ittica di riferimento e (iii) bioperiodo.

### Semiconfinati- sinuosi e rettilinei

Gruppo idrologico	Specie	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall spawning
Tipo 2	Trota marmorata adulto	3.5±0.4	6.1±0.0	5.9±0.1	5.5±0.2
	Trota fario adulto	3.4±0.4	6.1±0.0	5.9±0.1	5.5±0.2
	Trota giovane	2.7±0.3	4.2±0.6	4.4±0.5	4.7±0.3
	Scazone adulto	2.7±0.3	4.2±0.6	4.4±0.5	4.7±0.3
	Vairone adulto	2.7±0.3	4.2±0.6	4.4±0.5	4.7±0.3
Tipo 4	Trota marmorata adulto	1.0±0.5	4.6±1.0	1.0±0.5	2.9±0.3
	Trota fario adulto	0.6±0.2	4.6±1.0	0.6±0.2	2.9±0.3
	Trota giovane	0.6±0.1	4.6±1.0	0.6±0.1	2.9±0.3
	Scazone adulto	1.0±0.5	4.6±1.0	1.0±0.5	2.9±0.3
	Vairone adulto	0.6±0.1	4.6±1.0	0.6±0.1	2.9±0.3

Dai risultati ottenuti è interessante osservare come la specie trota marmorata – stadio vitale adulto comporti i maggiori valori del fattore N nelle tipologie di corso d'acqua in cui la specie è presente. Questo risultato è dovuto, in generale, alla dimensione maggiore dell'animale rispetto alle altre specie e stadi vitali considerati, e, in particolare, l'informazione della taglia dell'animale è contenuta nella forma della relazione habitat disponibile - portata defluente (di cui al paragrafo 3) utilizzata per la definizione del fattore correttivo N.

Importante è anche notare come i valori del fattore correttivo N, definito nei diversi bioperiodi della fauna ittica, varino tra le specie considerate principalmente durante i periodi idrologici di magra (*Overwintering* e *Summer low flows*), e più raramente vi è una variazione nei restanti bioperiodi. Questo risultato è dovuto all'intervallo di portate disponibile alle stazioni di misura. Nei bioperiodi in cui la portata è naturalmente più elevata rispetto ai periodi magra, il dato di portata in alveo a valle dell'opera di presa non contempla gli eventuali sfiori al di sopra dell'opera o attraverso gli organi di regolazione e manovra (**Figura 26**). Questo comporta, soprattutto per i corsi d'acqua confinati a canale singolo nell'intervallo di portate tra 1 l/s/km<sup>2</sup> e 10 l/s/km<sup>2</sup> circa, un andamento simile e un avvicinamento del fascio di curve rappresentate dalle relazioni habitat - portata per le varie specie e, conseguentemente, valori simili del fattore correttivo N nei relativi bioperiodi.

Al fine di tutelare tutte le specie ittiche considerate, in accordo ai principi guida della metodologia MesoHABSIM / IH, viene proposto di utilizzare il valore del fattore N massimo tra tutte le specie per ogni bioperiodo. Tali valori aggregati del fattore correttivo N vengono riportati nelle **Tabelle 8, 9 e 10**.

**Tabella 8** – Valori aggregati del fattore correttivo N per i corsi d'acqua confinati a canale singolo suddivisi per gruppo idrologico e bioperiodo.

### Confinati a canale singolo

Regime idrologico	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall spawning
<b>Tipo 1</b>	3.5±0.4	/	5.6±0.9	3.9±0.9
<b>Tipo 2</b>	2.7±1.6	4.7±2.0	4.3±1.9	4.0±1.7
<b>Tipo 3</b>	4.7±0.7	5.4±1.1		4.7±0.7
<b>Tipo 4</b>	2.6±0.7	6.0±0.5	2.6±0.7	3.6±0.6

**Tabella 9** – Valori aggregati del fattore correttivo N per i corsi d'acqua confinati a canale singolo, gruppo idrologico Tipo 3 e con specie target gambero di fiume.

### Confinati a canale singolo (Gambero di fiume)

Regime idrologico	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall spawning
<b>Tipo 3</b>	5.3	6.1		5.3

**Tabella 10** – Valori aggregati del fattore correttivo N per i corsi d'acqua semiconfinati- sinuosi e rettilinei suddivisi per gruppo idrologico e bioperiodo.

### Semi confinati - sinuosi e rettilinei

Regime idrologico	Overwintering	Spring spawning	Summer (low/high flows)	Fall spawning
<b>Tipo 2</b>	3.5±0.42	6.1±0.0	5.9±0.04	5.5±0.18
<b>Tipo 4</b>	1.0±0.5	4.6±1.0	1.0±0.5	2.9±0.3

Si riporta nel presente studio che i valori del fattore correttivo N, riportati nelle **Tabelle 8, 9 e 10** portano a valori di portata che solo in parte soddisfano le esigenze in termini di habitat disponibile e le caratteristiche autoecologiche delle specie considerate, al fine di supportare, nelle diverse tipologie fluviali i diversi stadi vitali delle popolazioni bisognose di maggior tutela.

In particolare, esclusivamente i valori del fattore correttivo N ottenuti per i periodi di magra (bioperiodi *Overwintering* e *Summer low flows*) possono essere considerati idonei e escludere prolungati periodi di stress per la fauna ittica dovuti a limitate disponibilità di habitat. Tuttavia, per i restanti bioperiodi (*Spring spawning*, *Summer high flows*, *Fall spawning*) i valori del fattore correttivo N ottenuti non sono basati su serie di portata continue su tutto il bioperiodo. Come già riportato in precedenza, (Figura 26) questo risultato è dovuto alla mancanza di misure di portata in alveo che tengano anche conto degli eventuali sfiori al di sopra delle opere di presa o attraverso gli organi di regolazione e manovra.

## Implementazione del fattore correttivo N all'interno del PTUA 2016

Il fattore correttivo N è utilizzato nella definizione del Deflusso Minimo Vitale per esprimere le esigenze di maggior tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità. Tale fattore correttivo può essere applicato ai seguenti corsi d'acqua naturali:

- corsi d'acqua naturali collocati all'interno di aree protette, intendendo Parchi regionali, Riserve naturali, Siti appartenenti alla Rete Natura 2000 (SIC, ZSC, ZPS);
- tratti di corsi d'acqua a monte delle medesime aree, laddove siano riscontrati e documentati possibili effetti all'interno dell'area stessa.

Ai sensi della Direttiva Deflussi Ecologici dell'Autorità di Distretto Idrografico Padano, i valori del fattore correttivo N possono essere maggiori o uguali a 1.

La Direttiva Deflussi Ecologici indica altresì che devono essere previsti valori del fattore correttivo N maggiori di 1 per "i corpi idrici compresi nel territorio di Parchi nazionali e Riserve naturali dello Stato, i corpi idrici compresi nel territorio di Parchi e Riserve naturali regionali, i corpi idrici compresi nel territorio delle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 02.02.1971, i corpi idrici compresi nei Siti della Rete Natura 2000, i corpi idrici che presentano un rilevante interesse scientifico per l'attuazione della Direttiva Quadro Acque, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica".

Tuttavia, il PTUA della regione Lombardia prevede un valore massimo del Deflusso Ecologico, per effetto cumulato di tutti i diversi fattori correttivi applicati alla componente idrologica del DMV (prodotto  $k \cdot q_{MEDIA} \cdot S$ ), pari al massimo al 20% della portata media naturale annua ( $q_{MEDIA}$ ). Per questa sostanziale motivazione, ne consegue che per la regione Lombardia si possono assumere valori del fattore correttivo N compresi nell'intervallo tra  $N = 1$  e  $N = 2$ , estremi inclusi.

Deve essere comunque considerato che il PTUA contempla la possibilità di superamento del limite massimo del 20% della portata media naturale annua ( $q_{MEDIA}$ ) in presenza di particolari esigenze legate agli obiettivi specifici delle aree naturali protette nazionali e regionali di cui alla Legge n. 394 del 06.12.1991 e dei Siti appartenenti alla Rete Natura 2000, comprovate da idonei studi recepiti negli appositi piani delle aree naturali, misure di conservazione e piani di gestione dei medesimi Siti. Al verificarsi di tali condizioni saranno ammessi valori del fattore correttivo  $N > 2$ .

Ne consegue che, nelle aree naturali protette nazionali e regionali appartenenti al territorio della Regione Lombardia e alla Rete Natura 2000, ove ritenuto necessario dagli appositi piani, sarà possibile eseguire studi di dettaglio sito specifici al fine di determinare valori del fattore correttivo  $N > 2$ . Per una opportuna quantificazione del fattore correttivo N si consiglia l'utilizzo della metodologia MesoHABSIM/IH, nella sua forma completa e sito-specifica, come descritto e standardizzato ufficialmente nel manuale ISPRA 154/2017.

Per consentire una immediata implementazione del fattore correttivo N all'interno del PTUA 2016, su particolare suggerimento del personale tecnico di ERSAF e di Regione Lombardia, per le diverse tipologie di corsi d'acqua considerati e nei diversi bioperiodi, i valori proposti nelle **Tabelle 8, 9 e 10** sono statiscalati entro l'intervallo da 1 a 2.

In particolare, i valori del fattore correttivo N vengono determinati secondo le seguenti modalità:

- per i corsi d'acqua confinati a canale singolo e semi-confinati – sinuosi e rettilinei, per i quali è disponibile una sufficiente base conoscitiva sia in termini di disponibilità degli habitat ecologicamente idonei, sia in termini di preferenze delle specie target, sono applicati valori validi a livello regionale, che variano in funzione (i) della morfologia dell'alveo, (ii) delle specie target di riferimento e (iii) del bioperiodo relativo;
- per i corsi d'acqua non confinati, la disponibilità degli habitat ecologicamente idonei sarà definita ex novo in ulteriori approfondimenti che seguiranno il presente studio e valuteranno la disponibilità di habitat in siti rappresentativi e dove siano presenti dati cartografici e serie storiche di portata utili allo scopo.

La **Tabella 11** riporta i valori indicativi del fattore correttivo N per le tipologie fluviali considerate con i valori riscalati nell'intervallo tra 1 e 2.

**Tabella 11**–Valori aggregati e riscalati nell'intervallo tra 1 e 2 del fattore correttivo N per (i) diverse tipologie idro-morfologiche dei corsi d'acqua e (ii) per i diversi bioperiodi considerati.

Regime idrologico	Grado di confinamento/ Configurazione alveo	gen - mar	apr - giu	lug - set	ott - dic
<b>Tipo 1</b>	<b>Confinati a canale singolo</b>	<b>1,4 - 1,5</b>	<b>1,7 - 2,0</b>	<b>1,7 - 2,0</b>	<b>1,4 - 1,7</b>
<b>Tipo 2</b>	<b>Confinati a canale singolo</b>	<b>1,2 - 1,5</b>	<b>1,5-1,9</b>	<b>1,5 - 1,9</b>	<b>1,4 - 1,7</b>
<b>Tipo 3</b>	<b>Confinati a canale singolo</b>	<b>1,6 - 1,8</b>	<b>1,6 - 2,0</b>	<b>1,6 - 2,0</b>	<b>1,6 - 1,8</b>
<b>Tipo 4</b>	<b>Confinati a canale singolo</b>	<b>1,2 - 1,5</b>	<b>1,8 - 2,0</b>	<b>1,2 - 1,5</b>	<b>1,4 - 1,6</b>
<b>Tipo 2</b>	<b>Semi-confinati sinuosi- rettilinei</b>	<b>1,4 - 1,5</b>	<b>1,8 - 2,0</b>	<b>1,8 - 2,0</b>	<b>1,7 - 2,0</b>
<b>Tipo 4</b>	<b>Semi-confinati sinuosi- rettilinei</b>	<b>1,0 - 1,2</b>	<b>1,5 - 1,8</b>	<b>1,0 - 1,2</b>	<b>1,3 - 1,4</b>

Sulla base delle segnalazioni di evidenze locali, adeguatamente dettagliate e documentate, si consiglia comunque una determinazione più di dettaglio del valore del fattore correttivo N. In particolare, potranno essere effettuati approfondimenti ed affinamenti anche attraverso l'analisi delle indicazioni già presenti negli strumenti di pianificazione delle Aree Protette (PTC e Piani di Settore dei Parchi e delle Riserve naturali; Piani di gestione dei Siti Natura 2000) o in altri studi e documenti eventualmente messi a disposizione dagli Enti Gestori.

Nei casi sopra citati potranno essere applicati valori del fattore correttivo N più elevati rispetto a quelli ottenibili attraverso l'applicazione dei valori riportati in **Tabella 11**.

La valutazione dell'efficacia dei valori del fattore correttivo N riportati in Tabella 11 sarà anche oggetto dell'azione C7 del Progetto LIFE14 IPE IT 018 – GESTIRE 2020. Per tale azione viene consigliato di eseguire una verifica in almeno 10 tratti idromorfologicamente omogenei appartenenti alle principali tipologie idro-morfologiche riportate nel paragrafo 2 e localizzati all'interno del reticolo idrografico della Rete Natura 2000. Questo consentirà l'applicazione del fattore correttivo N secondo le modalità indicate nel presente studio e di valutarne l'efficacia in contesti selezionati.

## Bibliografia

- Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (2017). Approccio metodologico per la determinazione dei deflussi ecologici nel territorio distrettuale. Direttiva per la determinazione dei deflussi ecologici a sostegno del mantenimento/raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dal Piano di Gestione del distretto idrografico e successivi riesami e aggiornamenti (Direttiva Deflussi Ecologici). Deliberazione n. 4/2017, 14/12/2017.
- Commissione Europea. 2015. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy (CIS) Guidance Document n° 31. Luxembourg: European Union, 2015. 106 pp.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque. Decreto Direttoriale 30/STA (2017). DD 30/sta del 13/02/2017. Direzione generale per la salvaguardia del territorio e delle acque. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- MLG ISPRA 131/2016. Rinaldi M., N. Surian, F. Comiti, M. Bussetini. 2016. IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Versione aggiornata 2016 – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016. Roma, Gennaio 2016, 400 pp.
- MLG ISPRA 132/2016. Rinaldi M., B. Belletti, F. Comiti, L. Nardi, L. Mao, M. Bussetini. 2016. Sistemi di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM) – Versione aggiornata 2016 – ISPRA – Manuali e Linee Guida 132/2016. Roma, Gennaio 2016, 178 pp.
- MLG ISPRA 154/2017. Veza P., A. Zanin, P. Parasiewicz. 2017. Manuale tecnico-operativo per la modellazione e la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale. ISPRA – Manuali e Linee Guida 154/2017. Roma, Maggio 2017. 116 pp.
- Milhous R., J. Bartholow, M. Updike, and A. Moos. 1990. Reference manual for generation and analysis of habitat time series. U.S. Fish and Wildlife Services.
- Parasiewicz P., J. N. Rogers, P. Veza, J. Gortázar, T. Seager, M. Pegg, W. Wiśniewolski, and C. Comoglio. 2013. Applications of the MesoHABSIM Simulation Model. Pages 109-124 Ecohydraulics: an integrated approach. John Wiley & Sons, Ltd.
- Parasiewicz P., K. Ryan, P. Veza, C. Comoglio, T. Ballester, and J. N. Rogers. 2012. Use of quantitative habitat models for establishing performance metrics in river restoration planning. Ecohydrology 6:668–678.
- Pardé, M. 1955. Fleuves et rivières. Collection Armand Colin, Paris.
- Regione Lombardia (2017). Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA 2016). Delibera n. 6990 del 31 luglio 2017.
- Rossi S. e M. Luchelli. 2014. Servizio di monitoraggio delle comunità ittiche e contributo al miglioramento dell'indice ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle comunità Ittiche), Relazione tecnica. Galgagnano, Italia.