

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

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

A cura di:

Paolo Vezza (coordinatore), Giovanni Negro, Claudio Comoglio



**POLITECNICO
DI TORINO**

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

23 Settembre 2019

Sommario

Tratti fluviali appartenenti alle aree protette e la rete Natura 2000	3
Caratterizzazione idrologica dei corsi d'acqua di interesse.....	6
Principali regimi idrologici	7
Caratterizzazione morfologica dei corsi d'acqua	12
Principali morfologie dei corsi d'acqua di interesse	16
Caratterizzazione idro-morfologica	18
Bibliografia.....	19

Tratti fluviali appartenenti alle aree protette e la rete Natura 2000

L'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale (IIT) della Lombardia, consultabile all'indirizzo <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>, è stata utilizzata per reperire le informazioni geospaziali e per la composizione delle mappe riportate nella presente relazione tecnica. Tali mappe sono ottenute sovrapponendo differenti livelli informativi tutti reperibili all'interno del catalogo dei dati e dei servizi geografici realizzati in Lombardia.

Per la quantificazione della superficie regionale classificata come **aree protette e rete Natura 2000**, è stato utilizzato il servizio di download fornito dal geoportale al fine di scaricare le banche dati contenenti i confini di:

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

I livelli informativi, secondo le informazioni riportate nel geoportale, sono stati aggiornati, rispettivamente:

- ✓ nel luglio 2016 la Riserva Naturale della Rocca, del Sasso e Parco Lacuale nel comune di Manerba del Garda (BS);
- ✓ nel settembre 2018 istituzione della riserva naturale Malpaga Basella (BG) e modifica dei confini della riserva naturale Valli del Mincio (MN);
- ✓ nel febbraio 2016 i Monumenti naturali;
- ✓ nell'aprile 2018 le ZSC ed i SIC compresi nel territorio del Parco Nazionale dello Stelvio (Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 14 giugno 2017);

La **rete Natura 2000** istituita dalla Direttiva Habitat (Dir. 92/43/CEE) è caratterizzata in particolare dalla presenza di habitat e di specie di interesse comunitario, la cui funzione è la tutela e la conservazione della biodiversità sul continente europeo. La Rete Natura 2000 è costituita da:

- ✓ **SIC**, Siti di Importanza Comunitaria;
- ✓ **ZPS**, Zone di Protezione Speciale.

È importante sottolineare che un medesimo territorio può essere tutelato, oltre che dai SIC e ZPS, anche da altre diverse tipologie di aree protette (di geometria poligonale), quali per esempio le riserve regionali/nazionali, i parchi nazionali/naturali, i monumenti naturali.

Risulta quindi possibile che, una parte o l'intero perimetro di una area SIC o ZPS, sia anche perimetro di un parco o riserva o monumento naturale.

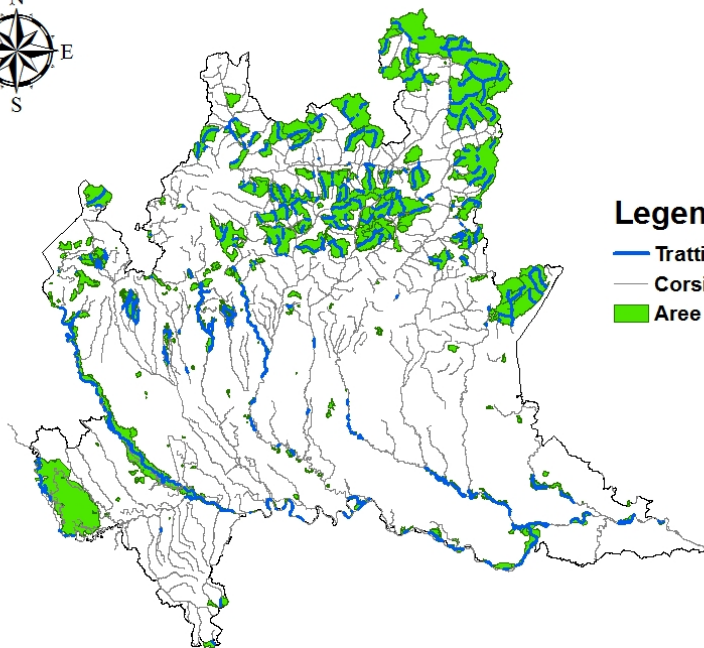
Nella presente relazione i poligoni o le porzioni di essi che individuano uno stesso perimetro per diverse tipologie di area protetta sono stati acquisiti e riportati nella mappa una sola volta.

Per la definizione della porzione di reticolo idrografico appartenente alle aree protette e alla rete Natura 2000, nella presente relazione tecnica, è stato utilizzato il **Reticolo Regionale Unificato (RIRU)** di Regione Lombardia, anch'esso disponibile sul geoportale regionale (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>). Il reticolo è realizzato da geometrie lineari e informazioni sui reticoli dei corsi d'acqua disponibili dalle seguenti fonti informative:

- ✓ Carta Tecnica Regionale, per tutta la Lombardia, rilevata in scala 1:10.000 realizzata negli anni 1982-83 per le zone di montagna e 1994 per le zone di pianura;
- ✓ Database Topografico (DBT) regionale, per le zone montane delle Province di BG-BS-CO-LC-PV-SO-VA e per le zone di pianura delle province di CO-LC-PV-SO-VA, rilevato alle scale 1:2000/1:5000/1:10.000 realizzato negli anni tra il 2006 ed il 2016;
- ✓ Sistema Informativo Bonifica Irrigazione e Territorio (SIBITeR) per la pianura di tutta la Lombardia e per le zone gestite da Consorzi di Bonifica e irrigazione, relativamente alla componente del reticolo artificiale;
- ✓ Reticoli Idrografici Minori (RIM) individuati dai Comuni che hanno realizzato il Documento di Polizia Idraulica.
- ✓ Laghi principali;
- ✓ Sistema Informativo Beni Ambientali – SIBA, per individuare i corsi d'acqua soggetti ai vincoli ambientali;
- ✓ Reticolo idrografico principale ai fini della polizia idraulica – RIP, per individuare i corsi d'acqua qualificati come principali;
- ✓ Piano di Gestione delle Acque 2016;
- ✓ Corsi d'acqua dell'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO).

In accordo al **Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po (PdGPO)** emanato nel 2015 dall'Autorità di Bacino del fiume Po, e al **Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA 2016)**, il reticolo idrografico utilizzato come riferimento nella presente relazione è costituito dalle geometrie lineari relative al Piano di Gestione delle Acque 2016 utilizzato per la definizione dello stato di qualità dei corpi idrici e il raggiungimento degli obiettivi di qualità per essi fissati dal PdGPO, ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA) dell'Unione Europea, e dalla Direttiva Deflussi Ecologici dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (2017).

Sovrapponendo le informazioni geospaziali relative (1) alle entità poligono classificate come aree protette e rete Natura 2000 di cui al paragrafo precedente e (2) al reticolo idrografico del Piano di Gestione delle Acque 2016, è possibile individuare i tratti fluviali di interesse per il presente studio. In particolare, vengono individuati **291 tratti fluviali appartenenti a 213 corpi idrici**. I tratti fluviali di interesse sono riportati in colore azzurro in Figura 1, mentre le aree protette, nella medesima Figura, sono riportate in colore verde.



Legenda

- Tratti fluviali Aree protette Lombardia
- Corsi d'acqua PdG Lombardia
- Aree protette Lombardia

0 15 30 60 90 120 150
Kilometers

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 delle aree protette e della rete Natura 2000 in Lombardia, riportate in colore verde.

Caratterizzazione idrologica dei corsi d'acqua di interesse

La caratterizzazione idrologica dei corsi d'acqua, primo obiettivo della presente relazione tecnica, è stata realizzata a partire dall'informazione geospaziale sintetizzata nel Bilancio Idrico Regionale della Regione Lombardia, recentemente approvato tramite DGR XI/2122 del 09/09/2019 e pubblicata sul Burl (Bollettino ufficiale regione lombardia) n. 37 del 13/09/2019. Tutti i dati di dettaglio inerenti il Bilancio Idrico Regionale sono consultabili e scaricabili dal **Portale Idrologico Geografico di Arpa Lombardia (PIGAL)** al seguente indirizzo: <http://idro.arpalombardia.it/>.

Il dato idrologico utilizzato fa riferimento allo shapefile denominato "Portate_natur_chiusura_CI_naturali", contenuto nel Dataset relativo al **Bilancio Idrico Regionale** scaricabile nella sezione Metadati del geoportale della regione Lombardia (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/metadati>). Nello stesso è contenuta l'informazione idrologica relativa alla portata liquida naturalizzata media mensile in chiusura ai corpi idrici naturali secondo PTUA 2016, espressa in termini di m^3/s . Altresì è presente il dato geospaziale corrispondente all'estensione superficiale dei bacini sottesi ai punti di chiusura degli stessi corpi idrici naturali.

La portata naturalizzata rappresenta il valore di portata naturale stimata a partire da un dato misurato, depurato dagli effetti antropici. Nel PTUA 2016 la portata naturalizzata è stata definita attraverso il ricorso ad un approccio modellistico che segue la procedura di regionalizzazione già utilizzata nel PTUA 2006. Risultato di tale modello di regionalizzazione sono le portate medie mensili ed annue in chiusura ai corpi idrici lombardi non artificiali ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (WFD). I dettagli modellistici della suddetta metodologia di regionalizzazione sono descritti nell'Elaborato 5 del medesimo PTUA 2016.

La caratterizzazione idrologica dei tratti fluviali appartenenti alle aree protette e alla rete Natura 2000 ha la finalità di identificare i corsi d'acqua che presentano caratteristiche del regime idrologico simili. In particolare, l'analisi dei dati medi mensili è stata focalizzata sugli andamenti degli idrogrammi in termini di:

- ✓ stagionalità e intensità delle portate minime di magra;
- ✓ stagionalità e intensità delle portate massime.

Per poter meglio confrontare l'andamento dell'idrogramma costruito su base mensile, i dati di portata (espressi in m^3/s) sono stati trasformati in termini di **portata specifica, espressa come q e avente unità di misura $l\ s^{-1}\ km^{-2}$** .

La portata specifica rappresenta il contributo per unità di superficie del bacino idrografico di interesse ed è comunemente utilizzata nelle applicazioni pratiche e nelle analisi idrologiche quando si riscontra la necessità di mantenere separata l'influenza dell'estensione areale del bacino dal dato di portata alla sezione di chiusura.

Il calcolo della superficie dei bacini relativi ai tratti fluviali appartenenti alle aree protette e alla rete Natura 2000 è stato eseguito utilizzando le informazioni geospaziali disponibili sul **Portale Idrologico Geografico di Arpa Lombardia (PIGAL)**. In particolare, per ogni tratto fluviale di interesse è stata valutata l'estensione della superficie del bacino sotteso alle differenti sezioni di chiusura come la sommatoria dei contributi areali dei singoli bacini di monte. Dividendo ciascun valore di portata media mensile per la rispettiva area del bacino idrografico sono stati ottenuti gli idrogrammi su base mensile espressi in termini di portata specifica.

Principali regimi idrologici

Il regime idrologico fluviale è rappresentato dal complesso delle variazioni stagionali di portata ed è funzione (1) dell'andamento delle precipitazioni (o regime pluviometrico), (2) delle caratteristiche climatiche relative alla temperatura e ai fenomeni di evaporazione e evapotraspirazione ad essa connessi, (3) delle caratteristiche morfologiche del bacino idrografico e della permeabilità del suolo.

La caratterizzazione idrologica riportata nella presente relazione è stata eseguita attraverso l'analisi della stagionalità e dell'intensità dei valori massimi e minimi di portata. Su questa base sono stati distinti 5 principali tipi di regime idrologico classificati secondo la caratterizzazione dei regimi idrologici proposta da Pardé (1955).

Regime idrologico Nivo-Glaciale (Tipo 1)

Il regime idrologico Nivo-Glaciale (Tipo 1) è caratterizzato da alimentazione nivale o glaciale in relazione ai fenomeni di scioglimento delle nevi e dei ghiacci presenti all'interno del bacino. Vi è un'influenza molto ridotta della distribuzione temporale degli eventi pluviometrici durante il periodo autunnale ed invernale in quanto l'apporto meteorico di risorsa idrica viene per la maggior parte accumulato nel bacino sotto forma di neve e di ghiaccio. I corsi d'acqua caratterizzati da questo tipo di regime hanno portate liquide in alveo molto ridotte nella stagione invernale, e massime durante quella estiva, in concomitanza con lo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai. Su base mensile, vi è un solo valore massimo di portata e viene osservato nei mesi di Maggio o di Giugno.

Regime idrologico Nivo-Pluviale (Tipo 2)

Il regime idrologico Nivo-Pluviale (Tipo 2) è anch'esso caratterizzato dall'influenza dei fenomeni di fusione nivale durante il periodo primaverile-estivo e, in maniera subordinata, degli eventi pluviometrici durante il periodo autunnale. Il periodo di magra con valori minimi di portata risulta nella stagione invernale (mesi di Gennaio, Febbraio, Marzo). I valori massimi di portata si verificano, come per il regime idrologico Nivo-Glaciale (Tipo 1), durante i mesi di Maggio e Giugno. Tuttavia è presente un valore di picco in autunno (mese di Novembre) che identifica la chiara influenza del regime pluviometrico sui valori di portata liquida in alveo.

Regime idrologico Pluviale (Tipo 3)

Il regime idrologico Pluviale (Tipo 3) è caratterizzato da alimentazione principalmente liquida in quanto la portata in alveo risente dell'influenza delle precipitazioni sotto forma di pioggia. Nella forma dell'idrogramma si osservano due massimi di portata uno in estate (mesi di Giugno o Luglio) e uno in inverno (mesi di Dicembre-Gennaio). In termini di intensità, i due picchi di portata risultano simili, e la loro stagionalità denota, a seguito delle caratteristiche morfo-climatiche locali, una influenza delle precipitazioni in forma liquida sia in estate, sia in inverno e una ridotta capacità del bacino idrografico di trattenere le precipitazioni sotto forma di accumulo nevoso durante il periodo invernale.

Regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 4)

Il regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 4) è caratterizzato dall'influenza degli eventi pluviometrici durante il periodo autunnale e primaverile e, in maniera subordinata, dai fenomeni di fusione nivale durante il periodo primaverile-estivo. Le piogge svolgono dunque un ruolo preponderante rispetto alla componente nivale nella generazione del deflusso superficiale. Per questo regime idrologico, si distinguono due periodi di magra con valori minimi di portata: uno durante il periodo invernale (mesi di Gennaio, Febbraio, Marzo) e uno durante il periodo estivo (mesi di Luglio, Agosto e Settembre). I valori di portata massima vengono registrati in autunno (mese di Novembre) ed è presente un secondo valore di picco generalmente nel mese di Maggio. La presenza di due periodi di magra e di valori massimi di portata generalmente più alti in autunno fa notare come le piogge svolgano un ruolo preponderante rispetto alla componente nivale.

Regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 5)

Il regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 5) è anch'esso, come il regime idrologico di Tipo 4, caratterizzato sia dall'influenza degli eventi pluviometrici durante il periodo autunnale e primaverile, sia dai fenomeni di fusione nivale durante il periodo primaverile-estivo. Tuttavia, per la conformazione morfologica e condizioni climatiche locali, i valori di portata massima vengono registrati in primavera (mese di Maggio), mentre il secondo valore di picco, di intensità generalmente inferiore, è osservato nel mese di Novembre. Come per il regime idrologico di Tipo 4 si distinguono due periodi di magra con valori minimi di portata: uno durante il periodo invernale (mesi di Gennaio, Febbraio, Marzo) e uno durante il periodo estivo (mesi di Giugno, Luglio e Agosto). Si noti come, per la presenza di un periodo di magra estivo, il regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 5) possa essere chiaramente distinto dal regime idrologico Nivo-Pluviale (Tipo 2).

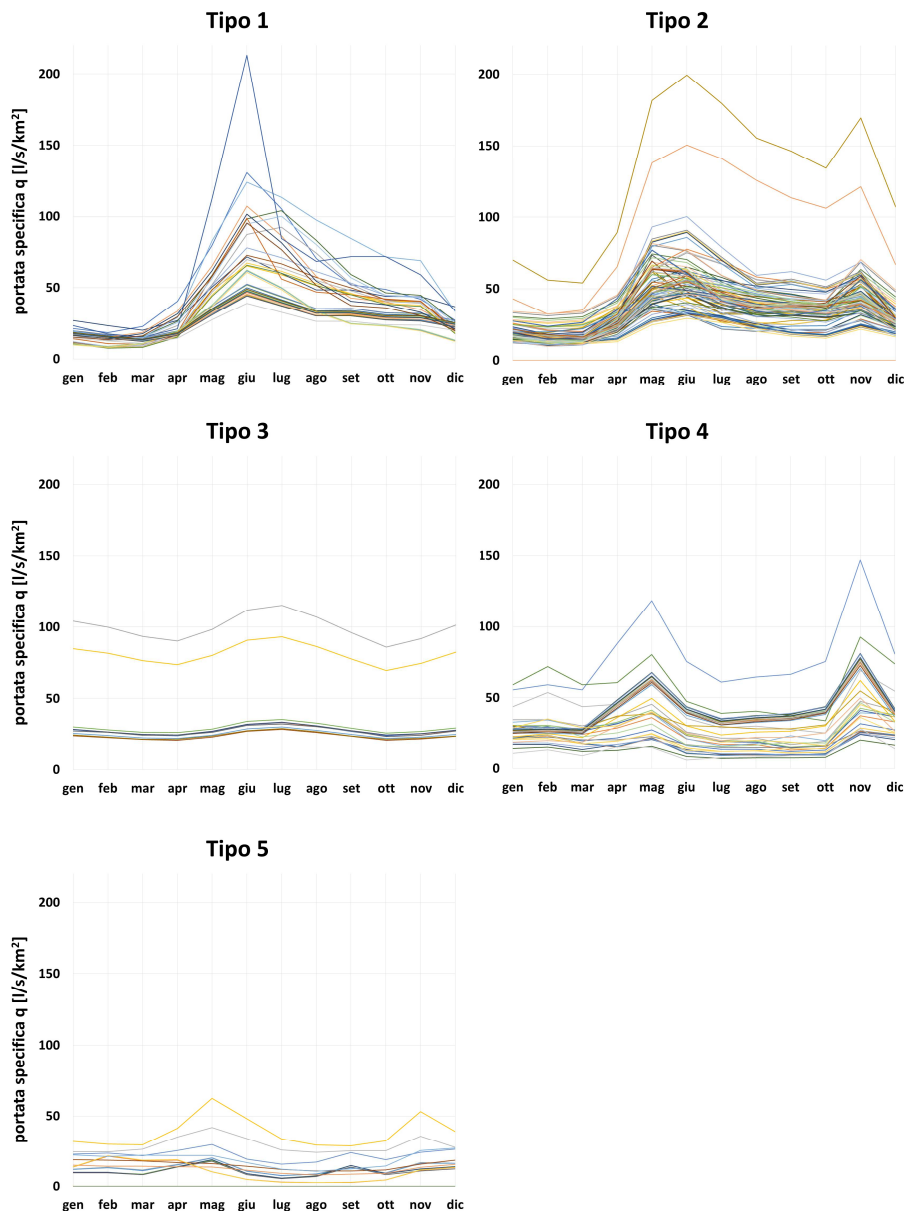


Figura 2. Rappresentazione grafica delle 5 tipologie di regime idrologico identificate. Regime idrologico Nivo-Glaciale (Tipo 1), regime idrologico Nivo-Pluviale (Tipo 2), regime idrologico Pluviale (Tipo 3), regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 4), regime idrologico Pluvio-Nivale (Tipo 5).

In termini di numerosità dei corpi idrici analizzati, la tipologia di regime idrologico che maggiormente si riscontra all'interno delle aree di interesse è il **regime idrologico di Tipo 2** (regime idrologico Nivo-Pluviale). Tale regime costituisce infatti **oltre la metà (52%)** del campione con **111 corpi idrici** (Figura 3). La frequenza degli altri regimi idrologici che costituiscono la restante parte dei corpi idrici analizzati è suddivisa nel modo seguente: il **regime idrologico di tipo 1** (regime idrologico Nivo-Glaciale) costituisce il **16% del campione** (35 corpi idrici), il **regime idrologico di tipo 3** (regime idrologico Pluviale) il **5% del campione** (10 corpi idrici), il **regime idrologico di tipo 4** (regime idrologico Pluvio-Nivale) il **19% del campione** (40 corpi idrici) e il **regime idrologico di tipo 5** (regime idrologico Pluvio-Nivale) l'**8% del campione** (17 corpi idrici).

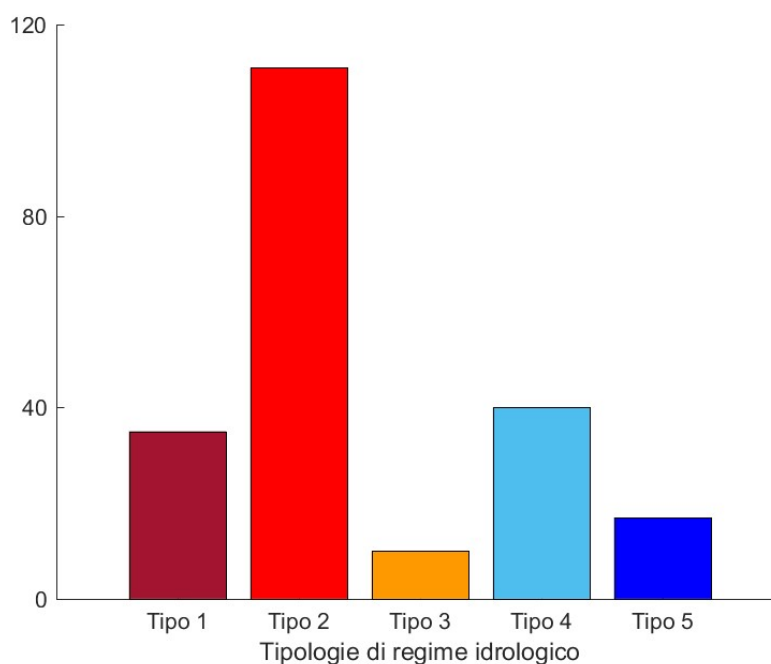


Figura 3. Rappresentazione grafica della numerosità campionaria (asse delle ordinate) dei corpi idrici suddivisi per tipologia di regime idrologico (asse delle ascisse)

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

Il **regime idrologico di Tipo 1** (regime idrologico Nivo-Glaciale) è maggiormente riscontrato all'**estremo Nord-Orientale del territorio regionale** dove la maggior presenza di ghiacciai influenza in maniera consistente l'andamento delle portate liquide in alveo. Sono compresi nel regime idrologico di Tipo 1 i corpi idrici appartenenti al Parco Nazionale dello Stelvio, ai Ghiacciai di Scerscen - del Ventina - Monte Motta - Lago Palù, le zone di Disgrazia-Sissone, Val di togno-Pizzo Scalino, Val Viola Bormina e il Ghiacciaio di Cima dei Piazz, La Vallaccia - Pizzo Filone, Passo e Monte di Foscagno, Monte Vago, Val di campo-Val Nera, Val Federia, Belviso Barbellino e la zona settentrionale del Parco dell'Adamello (corpi idrici con bacini orientati a Nord/Nord-Est).

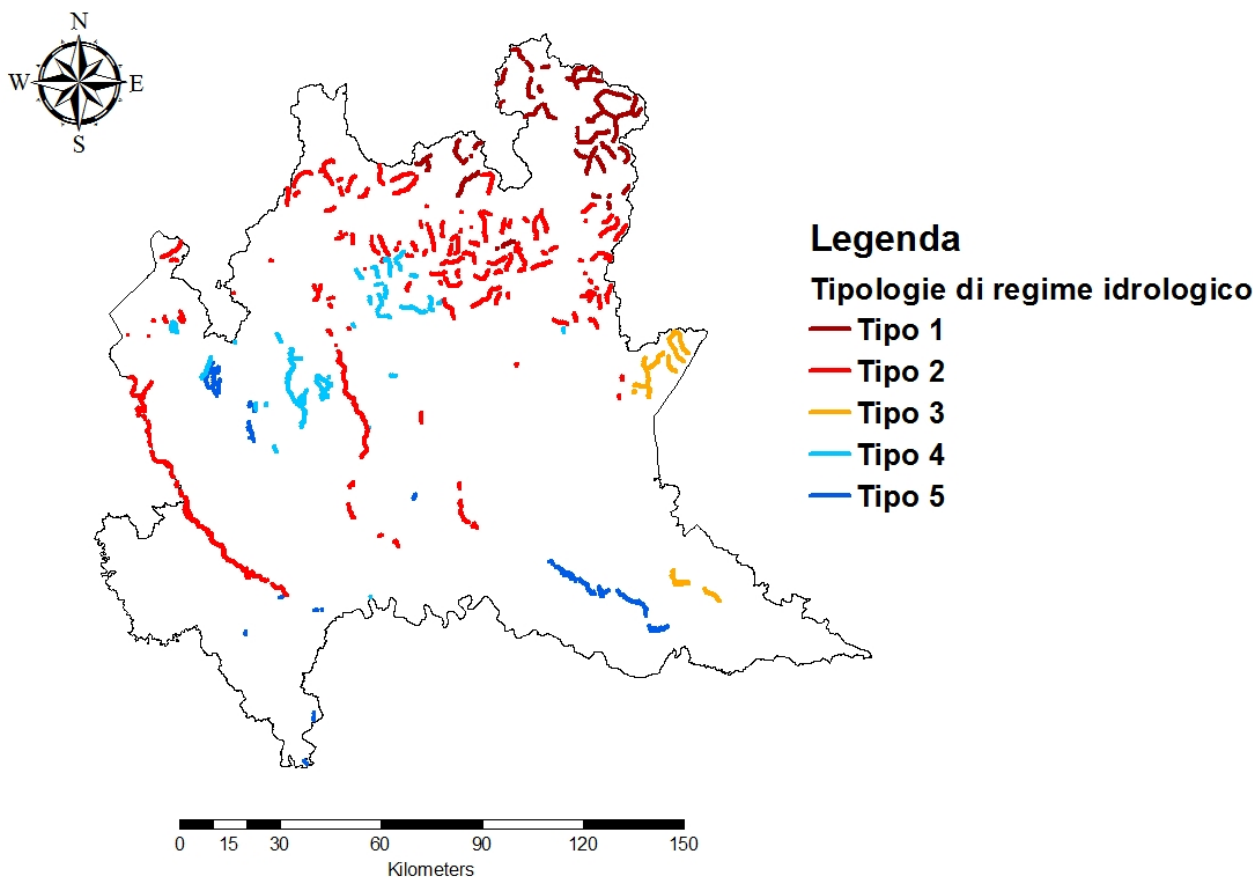


Figura 4. Distribuzione spaziale delle tipologie di regime idrologico per i corpi idrici appartenenti alle aree protette e rete Natura 2000 in Lombardia

Il regime idrologico di **Tipo 2** (regime idrologico Nivo-Pluviale) comprende gran parte dei **corsi d'acqua in area Alpina della parte centro-settentrionale della Regione**. Sono compresi nel regime idrologico di Tipo 2 la parte centro-sud del Parco Naturale dell'Adamello, i Pascoli di Croce Domini e Alta Val Caffaro, la parte centro-orientale del Parco Regionale delle Orobie Bergamasche, il Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi, le zone della Val Sedornia - Val Zurio - Pizzo della Presolana - Valli di San Antonio, Val Fontana, Bagni di Masino - Pizzo Badile - Val di Mello - Val Torrone - Piano di Preda Rossa, Valle dei Ratti e Cime di Gaiazzo, Val Bodengo, Valle del Dosso, Piano di Chiavenna, Val Codera, Lago di Mezzola e Pian di Spagna, Grigne, Val Veddasca, Monte Martica, Versante Nord del Campo dei Fiori, ed infine le aree protette del Fiume Adda (Parco Naturale dell'Adda Nord, Boschi e Lanca di Comazzo, Spiagge Fluviali di Boffalora, Lanca di Soltarico, La Zerbaglia), del Fiume Oglio (Bosco de' l'isola, Barco, Bosco della Marisca, Scolmatore di Genivolta, Lanche di Azzanello) e del Fiume Ticino (Parco Naturale della Valle del Ticino).

Il regime idrologico di **Tipo 3** (regime idrologico Pluviale) costituisce il gruppo meno numeroso e comprende solamente le zone dell'**Alto Garda Bresciano**, e le **Valli del Mincio e Vallazza**.

Il **regime idrologico di Tipo 4** (regime idrologico Pluvio-Nivale) è maggiormente localizzato nella **parte centrale e Occidentale della Regione**. Sono compresi nel regime idrologico di Tipo 4 la parte Occidentale del Parco delle Orobie Bergamasche, il Parco Naturale della Valle del Lambro, il Parco Naturale dei colli di Bergamo, il Monte Resegone, il Parco Naturale Monte Vecchia e Valle del Curone, la Valle Bova, la parte occidentale del Parco Naturale Pineta di Appiano Gentile e Tradate, il Monte Legnone e Chiusarella, la Grotta del campo dei Fiori

Infine, il **regime idrologico di Tipo 5** (regime idrologico Pluvio-Nivale) è localizzato in **due aree geograficamente separate tra loro**: la prima che comprende le zone di Sassi Neri – Pietra Corva, Le Torraie – Monte Lesima, la Parte Orientale del Parco Naturale Pineta di Appiano Gentile e Tradate e il Parco Naturale delle Groane, mentre la seconda il Parco regionale Oglio Sud.

Caratterizzazione morfologica dei corsi d'acqua

Per quanto concerne la caratterizzazione morfologica dei corsi d'acqua, 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)**. Il sistema IDRAIM rappresenta un quadro metodologico complessivo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua, finalizzato al supporto della gestione dei processi geomorfologici nei corsi d'acqua ai fini della pianificazione integrata prevista dalla Direttiva Quadro Acque (WFD, 2000/60/CE) e della Direttiva Alluvioni (FD, 2007/60/CE).

In particolare, per la caratterizzazione morfologica vengono seguiti i principi e le metodologie applicative introdotte nell'ambito della **Fase 1 della struttura complessiva del sistema IDRAIM**. La Fase 1 della metodologia è finalizzata a fornire una caratterizzazione del bacino idrografico e del sistema fluviale attraverso un inquadramento complessivo del bacino, una suddivisione in unità spaziali attraverso l'applicazione di un approccio gerarchico, e un'analisi dei fattori che controllano le caratteristiche morfologie e i relativi processi fluviali a scala di bacino.

La suddivisione gerarchica in scale spaziali, come definita nell'ambito del sistema IDRAIM, ha lo scopo di caratterizzare la morfologia alla **scala del tratto**. Un tratto fluviale indro-morfologicamente omogeneo è definito dalla presenza di particolari condizioni al contorno, portate liquide e solide sufficientemente uniformi in modo da determinare particolari processi morfologici. In particolare, un tratto fluviale viene classificato in base a tre caratteristiche principali:

- ✓ Geometrie e forme dell'alveo (channel pattern) e condizioni di confinamento
- ✓ Discontinuità significative delle variabili di controllo (ad es., portate, pendenze)
- ✓ Tipo di sedimento che costituisce l'alveo.

In **Figura 5** è possibile apprezzare l'approccio gerarchico multiscala introdotto dal sistema IDRAIM, che definisce le principali unità spaziali dei sistemi fluviali come un insieme di sottostrutture annidate tra loro, procedendo dalle scale spazialmente superiori (quella di bacino) a quelle via via inferiori (relative in ordine decrescente a unità fisiografiche, tratto fluviale e unità idromorfologiche). Come precedentemente riportato, la classificazione morfologica dei corsi d'acqua viene eseguita alla **scala di tratto**.

Seguendo la procedura di classificazione morfologica, per la scomposizione dei corpi idrici in tratti fluviali omogenei, il primo passo consiste nell'inquadramento e definizione delle principali unità fisiografiche attraversate dai corsi d'acqua in esame. Le unità fisiografiche provengono dalla combinazione di vari fattori quali l'orografia, le quote topografiche, la geologia, la copertura vegetale e rappresentano quindi delle macro-aree con caratteristiche fisiche relativamente omogenee.

Seguendo le linee guida proposte dal manuale MLG 131/2016, ed essendo l'area di studio circoscritta al territorio della Regione Lombardia e al settore alpino-pianura padana, l'insieme delle unità fisiografiche identificate fa riferimento alle:

- ✓ Aree montuose alpine;
- ✓ Aree montuose e collinari prealpine;
- ✓ Alta pianura.

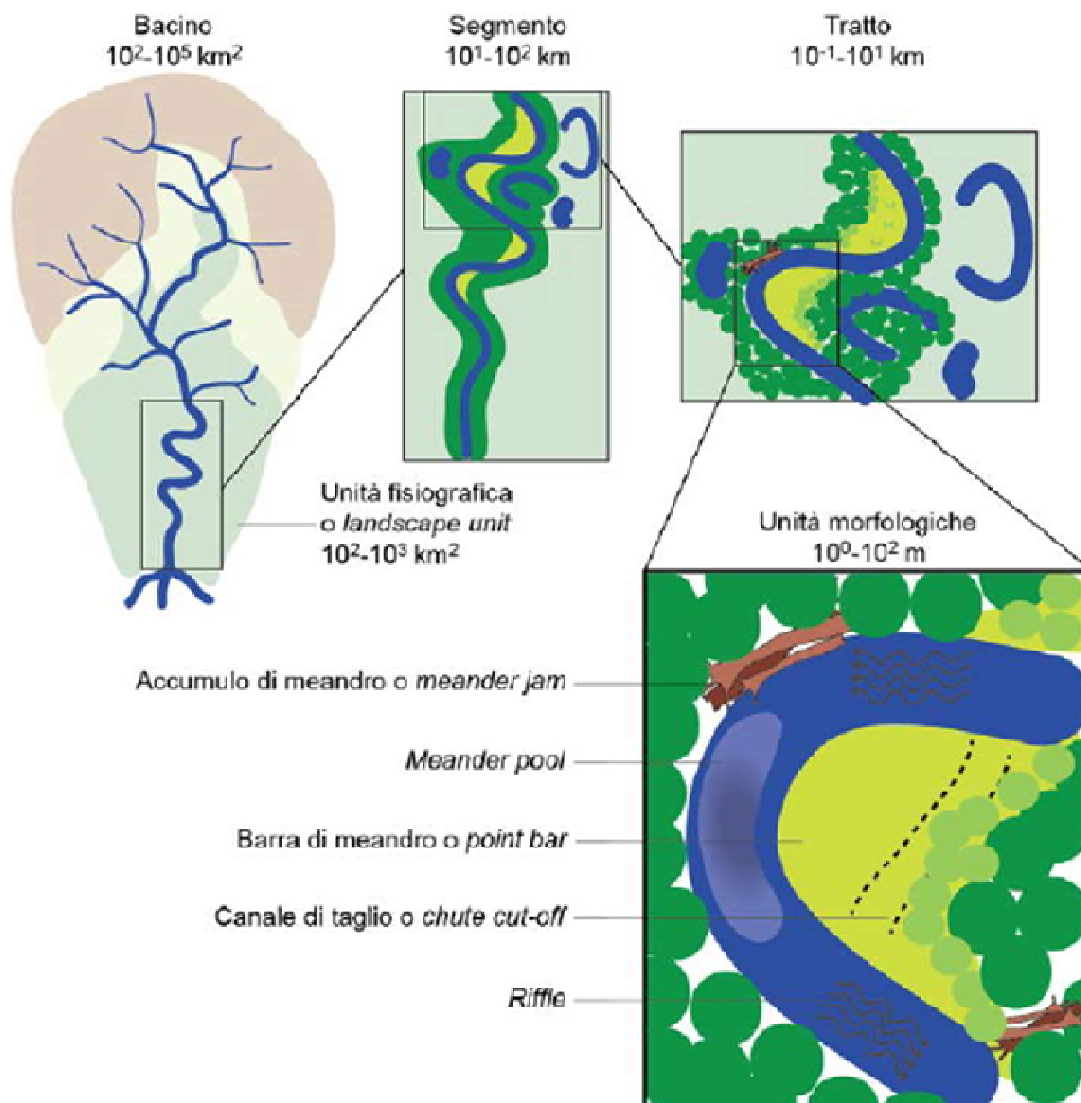


Figura 5. Suddivisione gerarchica in scale spaziali, dalla scala del bacino fino alla scala dell'unità idromorfologica.

A seguito dell'individuazione delle principali unità fisiografiche, la suddivisione dei distinti corpi idrici in tratti fluviali omogenei viene eseguita per mezzo della definizione del loro grado di confinamento distinguendo gli alvei fluviali in:

- ✓ Confinati (C);
- ✓ Semiconfinati (SC);
- ✓ Non Confinati (NC).

Successivamente la metodologia IDRAIM fa ricorso a indici di forma dell'alveo (Indice di Sinuosità - IS, Indice di Intrecciamento - II e Indice di Anabranching - IA), al fine di scomporre il reticolo idrografico d'interesse in tratti morfologicamente omogenei. Nel manuale MLG 131/2016, viene descritta la procedura di calcolo per i 3 indici sopra riportati.

In **Figura 6a** vengono raffigurati, in maniera schematica, i passi procedurali adottati nella caratterizzazione morfologica per la definizione dei tratti idromorfologicamente omogenei. Le possibili morfologie individuate fanno riferimento alle seguenti classi:

- ✓ Confinato a Canale Singolo (CS);
- ✓ Canali Intrecciati (CI);
- ✓ Anabanching (A).
- ✓ Wandering (W);
- ✓ Sinuoso a Barre Alternate (SBA);
- ✓ Rettilineo (R);
- ✓ Sinuoso (S);
- ✓ Meandriforme (M);

In **Figura 6b** viene fornita una rappresentazione grafica delle possibili morfologie alla scala di tratto precedentemente elencate.

La regione Lombardia ha avviato già a partire dal 2012 un programma finalizzato alla valutazione dello stato morfologico dei propri corpi idrici seguendo la metodologia introdotta dal sistema IDRAIM. In particolare le attività di caratterizzazione morfologica sono state portate avanti dalla **Fondazione Lombardia per l'Ambiente** (<https://flanet.org/>) che ha operato al fine di ottenere la valutazione dello stato morfologico attuale (funzionalità, artificialità, variazioni morfologiche) mediante un approccio integrato tra strumenti GIS e attività di campo, con compilazione delle schede di rilevamento previste dalla procedura IDRAIM e con il conseguente calcolo dell'**Indice di Qualità Morfologica (IQM)** e dei relativi sotto-indici.

Per i corsi d'acqua appartenenti alle aree protette e alla rete Natura 2000, che non sono stati oggetto di caratterizzazione morfologica in precedenti programmi regionali (circa il 40% del reticolo idrografico di interesse), all'interno del presente studio, **è stata estesa ed eseguita la classificazione morfologica** alla scala di tratto.

Ciascun passo di caratterizzazione morfologica della procedura IDRAIM è stato eseguito utilizzando le informazioni contenute nelle informazioni geo-spaziali (vettoriali e raster) relativi alla regione Lombardia, elaborando ulteriormente il dato mediante il ricorso a strumenti GIS e l'analisi di immagini aeree e satellitari ad alta risoluzione.

L'inquadramento generale del reticolo idrografico e dei bacini di studio è stato realizzato, in prima istanza, sfruttando le informazioni geo-spaziali contenute negli shapefile relativi ai corsi d'acqua del Piano di Gestione, alla Carta Geologica regionale e al Dataset dei Bacini Idrografici lombardi scaricabile nella sezione Download del geoportale della regione Lombardia (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-ricerca>). Inoltre, per quanto concerne l'inquadramento idrologico correlato alle portate liquide, sono stati utilizzati i risultati forniti dalla caratterizzazione idrologica di cui al paragrafo precedente. Infine, per le valutazioni sull'orografia del territorio, è stato usato come principale riferimento il modello digitale del terreno (DTM) relativo all'intera superficie della regione lombarda, disponibile sempre nell'area download del geoportale regionale.

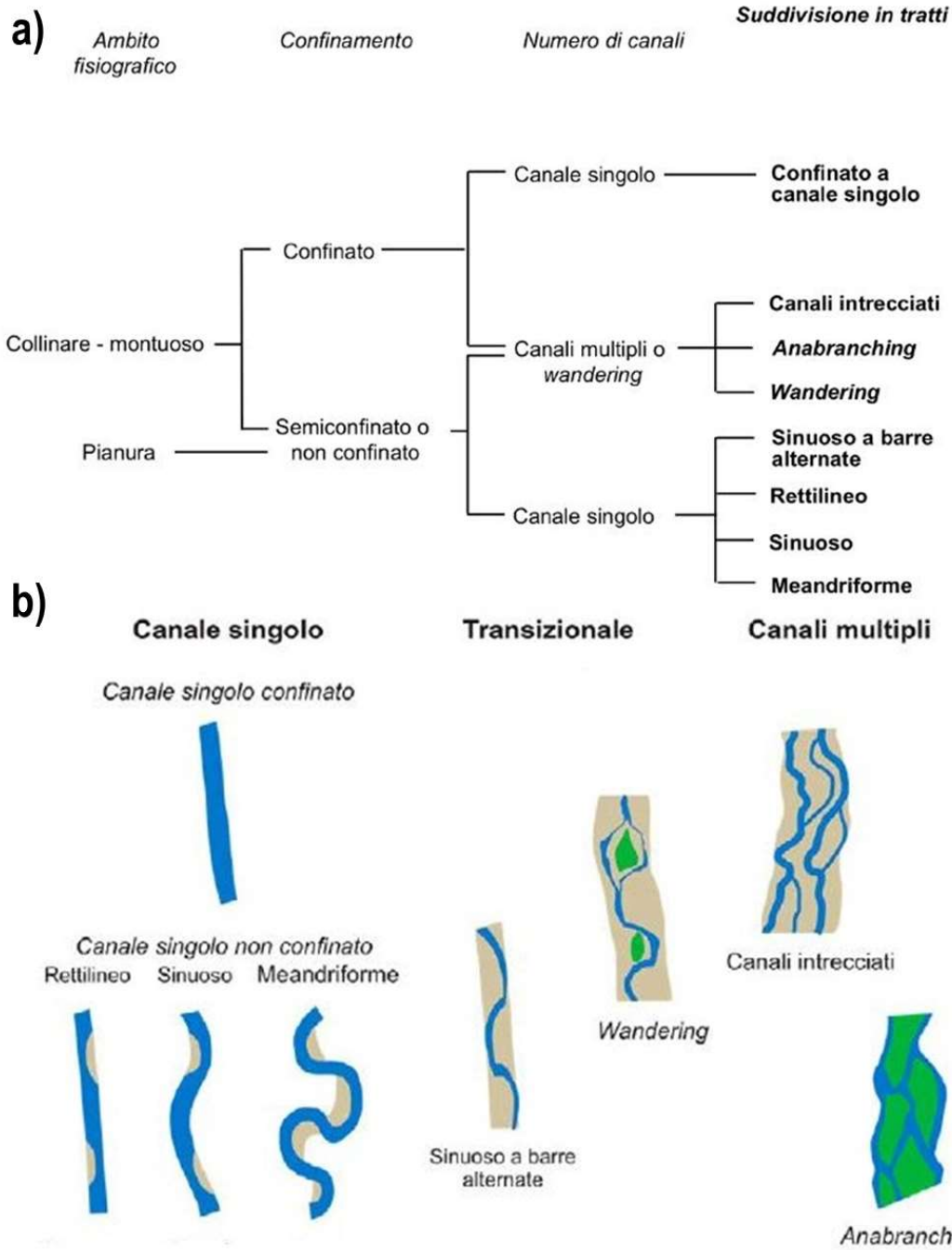


Figura 6. a) Criteri di classificazione in tratti omogenei del sistema IDRAIM in funzione dell'ambito fisiografico, della classe di confinamento e della morfologia dell'alveo. b) Rappresentazione grafica delle principali tipologie morfologiche.

Principali morfologie dei corsi d'acqua di interesse

Integrando l'informazione già disponibile relativa alla classificazione morfologica dei corsi d'acqua della regione Lombardia con la classificazione morfologica alla scala di tratto eseguita nel presente studio, è possibile identificare la numerosità di ciascuna tipologia morfologica. Osservando i risultati in **Figura 7** la tipologia morfologica che risulta dominante è rappresentata da 164 tratti confinati a canale singolo (56% del totale), prevalentemente situati nelle aree montuose alpine e nelle aree montuose e collinari prealpine del territorio Regionale (**Figura 8**).

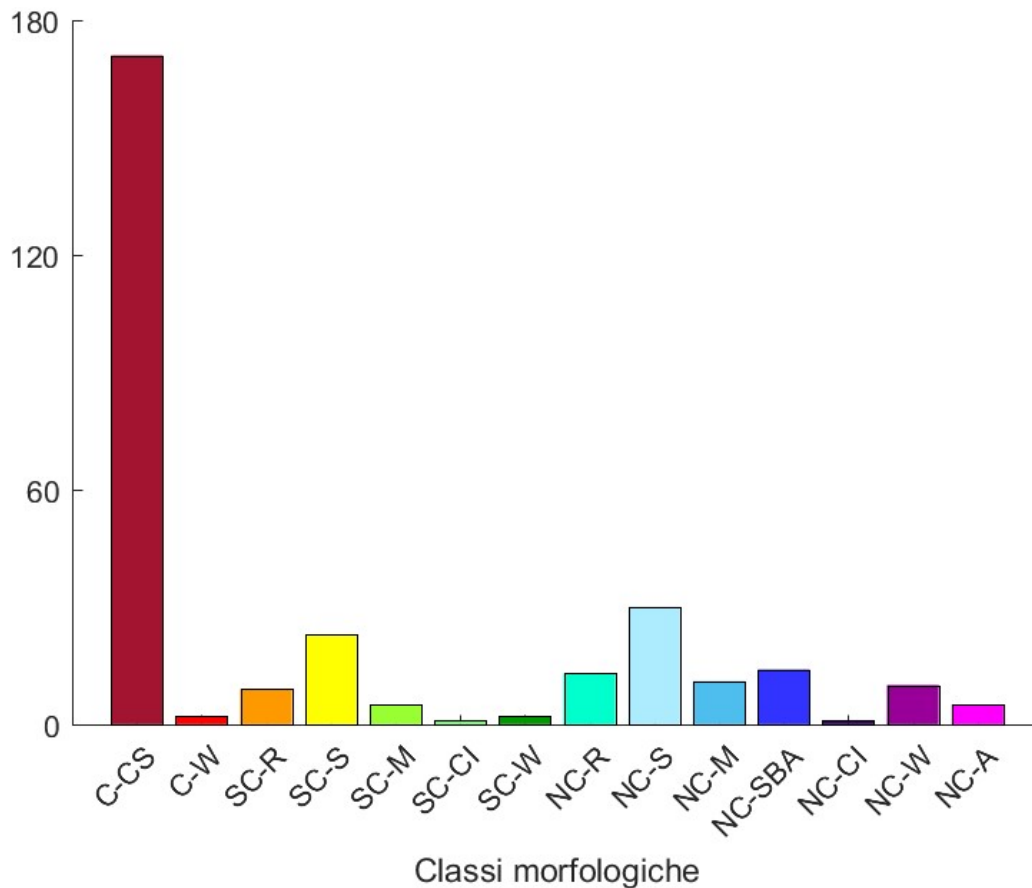


Figura 7. Rappresentazione grafica della numerosità campionaria (asse delle ordinate) dei tratti fluviali suddivisi per classe morfologica (asse delle ascisse). Sigle utilizzate: C (Confinato); SC (Semiconfinato); NC (Non Confinato); Confinato a Canale Singolo (CS); Canali Intrecciati (CI); Anabranching (A); Wandering (W); Sinuoso a Barre Alternate (SBA); Rettilineo (R); Sinuoso (S); Meandriforme (M).

La restante parte del reticolo idrografico situato nelle aree di alta pianura è caratterizzato da un insieme variegato di tipologie morfologiche delle rimanenti classi. Tra le restanti tipologie morfologiche maggiormente frequenti è possibile osservare nell'ordine:

- Non Confinato – Sinuoso (11% del totale)
- Semiconfinato – Sinuoso (8% del totale)
- Non Confinato – Sinuoso a Barre Alternate (6% del totale)
- Non Confinato – Rettilineo (5% del totale)
- Non Confinato – Meandriforme (4% del totale)
- Non Confinato – Wandering (4% del totale)
- Semiconfinato – Rettilineo (3% del totale)

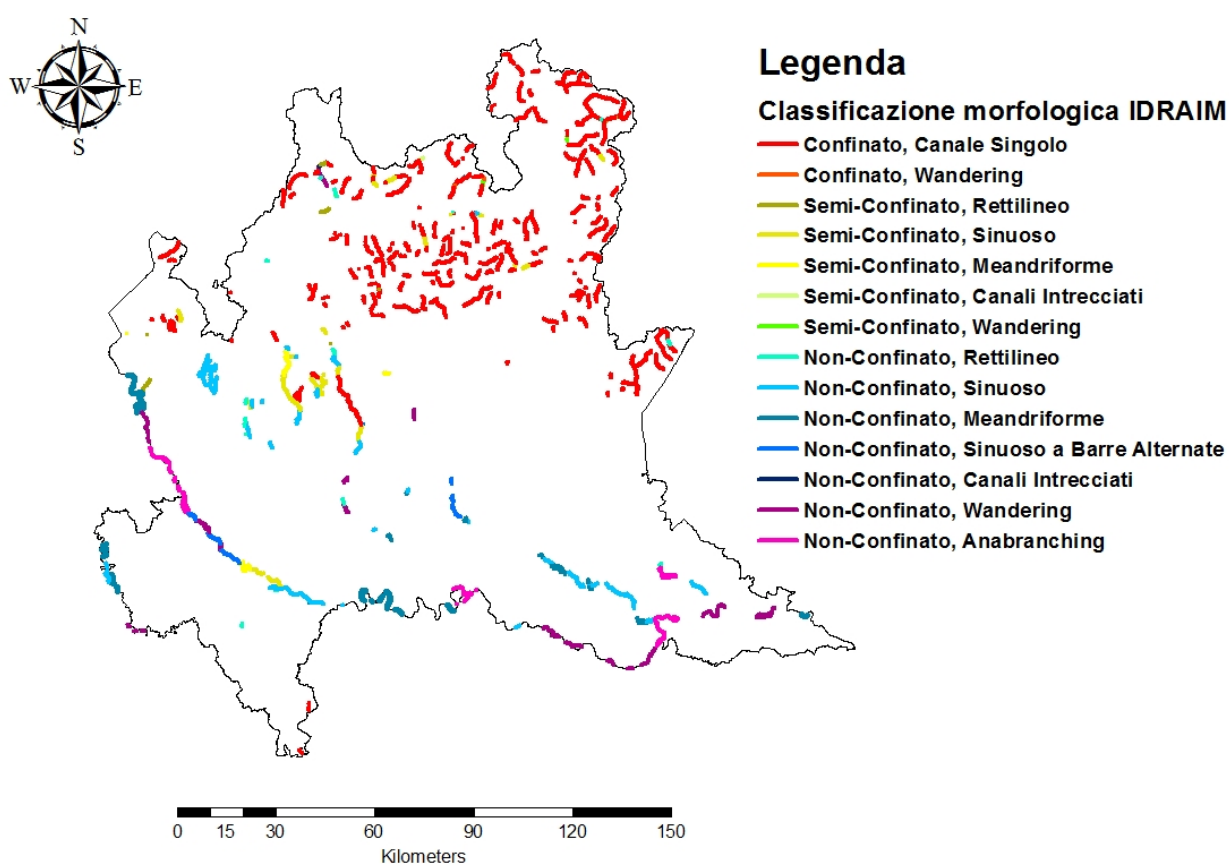


Figura 8. Distribuzione spaziale delle tipologie morfologiche presenti nel reticolo idrografico appartenente alle aree protette e rete Natura 2000 della Regione Lombardia

Caratterizzazione idro-morfologica

Unendo le classificazioni in tipologie idrologiche e morfologiche, di cui ai paragrafi precedenti, è possibile ottenere la rappresentazione grafica riportata in **Figura 9**. Dall'analisi dei risultati si osserva 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.

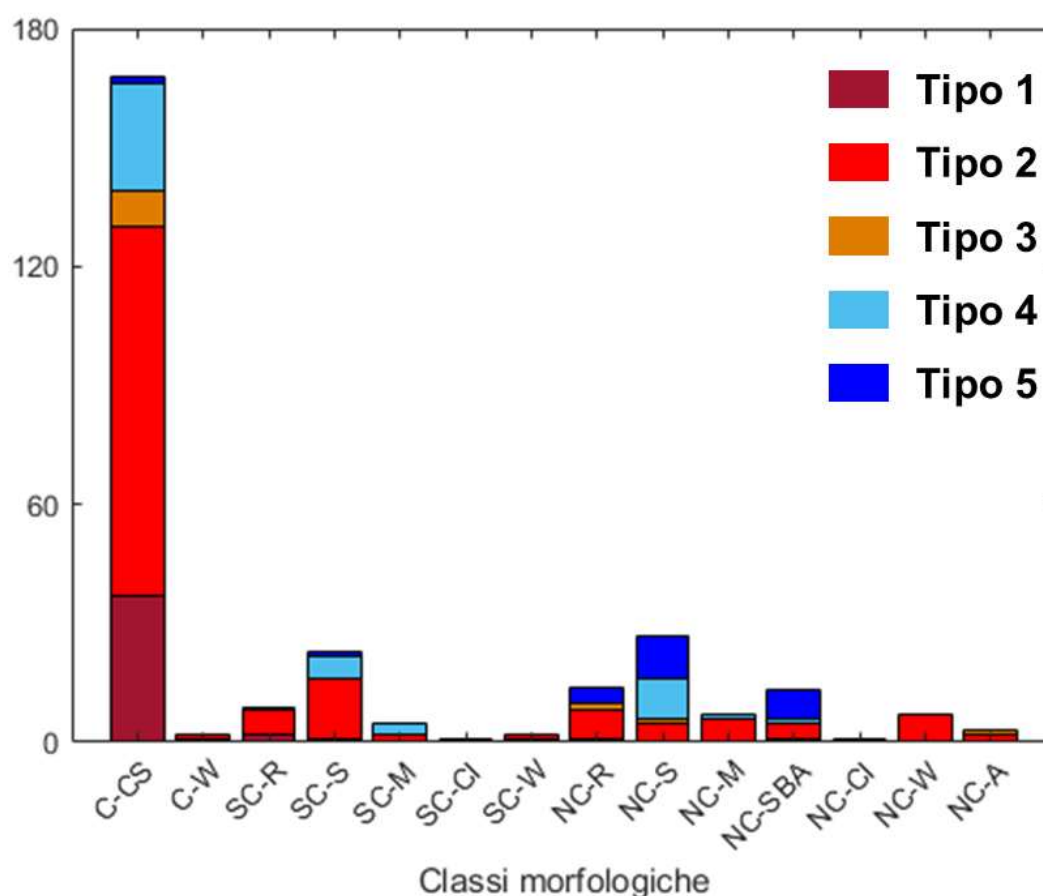


Figura 9. Rappresentazione grafica della numerosità campionaria (asse delle ordinate) dei tratti fluviali suddivisi per classe morfologica (asse delle ascisse) e per tipologia di regime idrologico (Tipo 1-5 presente in legenda). Sigle utilizzate: C (Confinato); SC (Semiconfinato); NC (Non Confinato);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

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.
- 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.
- Pardé, M. (1955). Fleuves et rivieres. Collection Armand Colin, Paris.
- Regione Lombardia (2017). Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA 2016). Delibera n. 6990 del 31 luglio 2017.