



**CREST**  
Centro Ricerche  
in Ecologia  
e Scienze del Territorio

CREST s.n.c. di Perosino Gian Carlo & c. 10136 Torino (Italia) - Via Caprera, 15 - E-mail info@crestsnc.it -  
tel. 011/3299419 - fax 011/3299165 - P.IVA 02746980016 - CCIAA 599025 - Trib. Torino n. 4004/81

## INDICE ITTICO (versione 2011)

*A cura di:*

**Gilberto FORNERIS<sup>1</sup>, Fabrizio MERATI<sup>2</sup>, Massimo PASCALE<sup>3</sup> e Gian Carlo PEROSINO<sup>3</sup>**

**1 - Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino.**

**2 - SIL. Studio Idrobiologico Lombardo. Gaggiano (Milano).**

**3 - C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).**

<b>1 - INTRODUZIONE</b> .....	pag. 1
<b>2 - IL VALORE INTRINSECO DELLE SPECIE ITTICHE</b> .....	pag. 3
<b>3 - DESCRIZIONE DELLE AREE OMOGENEE</b> .....	pag. 3
<b>4 - DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE AMBIENTALI</b> .....	pag. 13
<b>5 - COMUNITÀ ITTICHE DI RIFERIMENTO</b> .....	pag. 18
<b>6 - MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI BIOLOGICHE DELLE POPOLAZIONI (Ir)</b> .....	pag. 21
<b>7 - CALCOLO DEL VALORE DELL'I.I</b> .....	pag. 23
<b>APPENDICE UNO</b> (granulometria dei fondali) .....	pag. 25
<b>APPENDICE DUE</b> (parametri morfometrici della stazione di campionamento) .....	pag. 25
<b>AUTORI CITATI</b> .....	pag. 28

Torino, aprile 2011

## 1 - INTRODUZIONE

L'**Indice Ittico (I.I.)** è una metodologia utile per la valutazione della qualità naturalistica delle comunità ittiche proposta, nella sua prima versione, da FORNERIS *et al.* (2005a,b, 2006a,b) per la porzione occidentale del bacino del Po. Dopo ampia sperimentazione esso venne rielaborato e riproposto, dagli stessi Autori (2007, 2008 e 2010), per i Distretti zoogeografici padano-veneto (**Dpv**) e tosco-laziale (**Dtl**) individuati da BIANCO (1987, 1996). Ad oltre sette anni dalla prima elaborazione e sulla base di altre esperienze e proposte (ZERUNIAN, 2004a, 2005, 2007; ZERUNIAN *et al.*, 2009; AA.VV., 2006; SCARDI *et al.*, 2004, 2005, 2006; SCARDI, TANCIONI, 2007; TANCIONI *et al.*, 2005, 2006; PUCCI *et al.*, 2009), si è ritenuta opportuna una revisione in modo da adeguare il metodo al fine di offrire “anche” indicazioni sullo stato delle comunità ittiche più direttamente connesso alle condizioni ecologiche degli ambienti fluviali. In particolare si propongono due modalità di calcolo che si riferiscono a:

- **I.I.n** - **Indice Ittico naturalistico**, con caratteristiche analoghe a quelle della versione precedente; con esso si intende fornire una qualificazione naturalistica di una comunità ittica; utile per fini gestionali legati al recupero e tutela della fauna autoctona.
- **I.I.a** - **Indice Ittico ambientale**; considerando unicamente le specie della comunità di riferimento e le condizioni biologiche delle rispettive popolazioni, esso è il semplice confronto tra l'insieme di quelle risultate dal campionamento e quello costituente la comunità di riferimento stessa; utile per la qualificazione dello stato ecologico dei fiumi.

L'I.I. si applica alle tipologie di zone umide naturali ad acque correnti (ZU 1) classificate e codificate nel seguente modo (FORNERIS *et al.*, 2008):

**ZU 1.1 - Sorgenti e risorgive.** Fuoriuscite di acqua dalla superficie del terreno o risorgive acquifere naturali nei terreni alluvionali (o in altri substrati permeabili) quando uno strato impermeabile interseca la superficie. Quando esse sono perenni (presenti per tutto l'anno) possono costituire ambienti adatti per l'ittiofauna, in genere per piccoli ciprinidi e/o per la riproduzione di specie particolari (es. luccio); quando la temperatura delle acque è bassa possono ospitare anche salmonidi. Anche se temporanee sono indicate (specie in primavera ed inizio estate) per la riproduzione di Anfibi (fra le specie rare di questi ambienti si citano, quali esempi, *Salamandra lanzai*, endemica delle alpi Cozie e *Pelobates fuscus insubricus* nelle zone umide a substrato sabbioso di pianura, prioritarie secondo la direttiva Habitat della CEE). Interessanti anche da un punto di vista floristico per la presenza di specie rare tipiche di questi ambienti, soprattutto nella fascia montana e pedemontana, quali *Carex atrofusca*, *Corthusa matthioli*, *Menyanthes trifoliata*, *Caltha palustris*, *Drosera rotundifolia*, *Pinguicola* sp., *Orchidaceae* (*Orchis cruenta*,...). Alcuni corsi d'acqua hanno regime idrologico prevalentemente alimentato da risorgive; si tratta di ambienti solitamente caratterizzati da condizioni idriche e termiche relativamente costanti o almeno decisamente meno fluttuanti rispetto ai fiumi e canali veri e propri; essi possono quindi essere classificati in questa categoria.

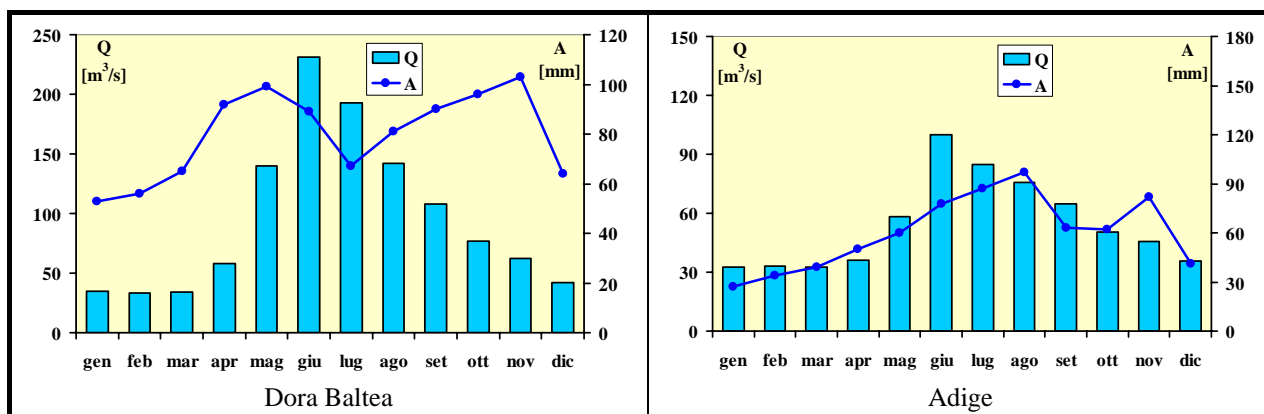
**ZU 1.2.1.1 - Acque correnti a regime glaciale permanenti** (alpino). Buona percentuale del bacino sopra il limite delle nevi persistenti (occupato da ghiacciai); i deflussi risentono essenzialmente del regime delle temperature; magre invernali e portate elevate in tarda primavera - inizio estate. In Italia sono poco frequenti, alimentati esclusivamente dalle Alpi e spesso limitate alle testate dei principali bacini. Specie erbacea pioniera legata a questi ambienti, con acqua presente per tutto o quasi l'anno, è *Ranunculus glacialis*. Sono “zone ittiche a salmonidi”, generalmente poco adatte alle cenosi acquatiche e biologicamente poco produttive per i forti limiti dovuti alle basse temperature delle acque ed alla loro torpidità estiva; sono eccezioni, per esempio, i bassi corsi della Dora Baltea e dell'Adige che, in pianura, presentano cenosi acquatiche più ricche ed articolate (es. in **fig. 1**)

**ZU 1.2.2.1 Acque correnti a regime pluvionivale permanenti** (prealpino). Massimo idrologico medio tra primavera ed estate quando, alle piogge di stagione, si aggiungono le acque di fusione delle nevi che mantengono elevati deflussi anche all'inizio dell'estate; spesso si ha un massimo secondario autunnale dovuto alle sole piogge; il periodo di magra è ancora nell'inverno, con un minimo secondario in tarda estate. Sono le zone umide più frequenti (e le più tipiche) del versante sinistro del Po e delle porzioni più elevate del triveneto. Nell'Appennino sono quasi assenti o limitate alle testate dei bacini più elevati. Nella maggior parte dei casi sono “zone ittiche a salmonidi” (es. in **fig. 2**).

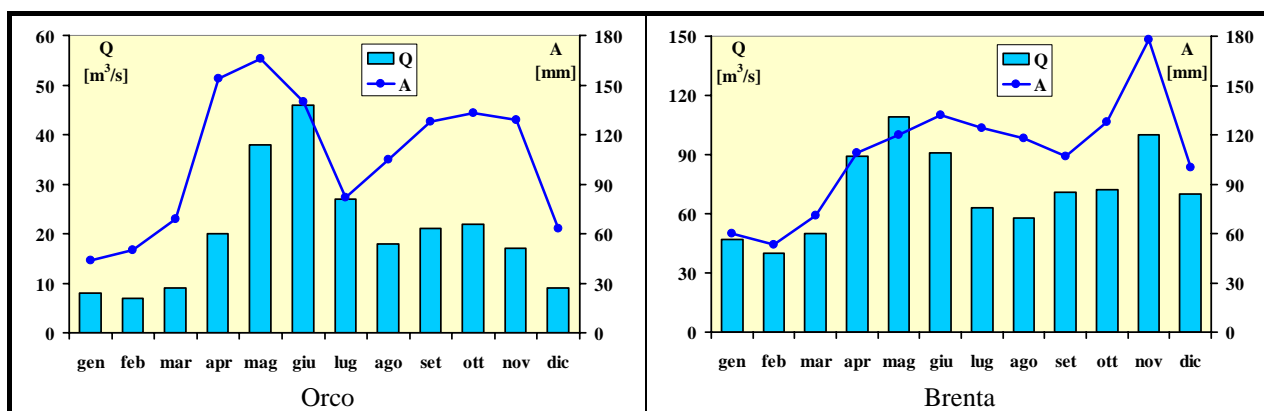
**ZU 1.2.3.1 - Acque correnti a regime pluviale permanenti** (di pianura e di collina). Interessano i bacini nei quali le precipitazioni invernali sono liquide oppure quando la neve si scioglie poco dopo le precipitazioni (non si accumula); l'andamento dei deflussi è, grosso modo, parallelo a quello delle

precipitazioni. la classificazione può essere arricchita considerando anche i diversi tipi di regimi pluviometrici. Quasi sempre “*zone ittiche a ciprinidi*”. Cenosi acquatiche ricche e diversificate. Caratterizzano le aree collinari e di pianura del bacino del Po e del triveneto e sono nettamente prevalenti nei bacini appenninici (es. in **fig. 3**).

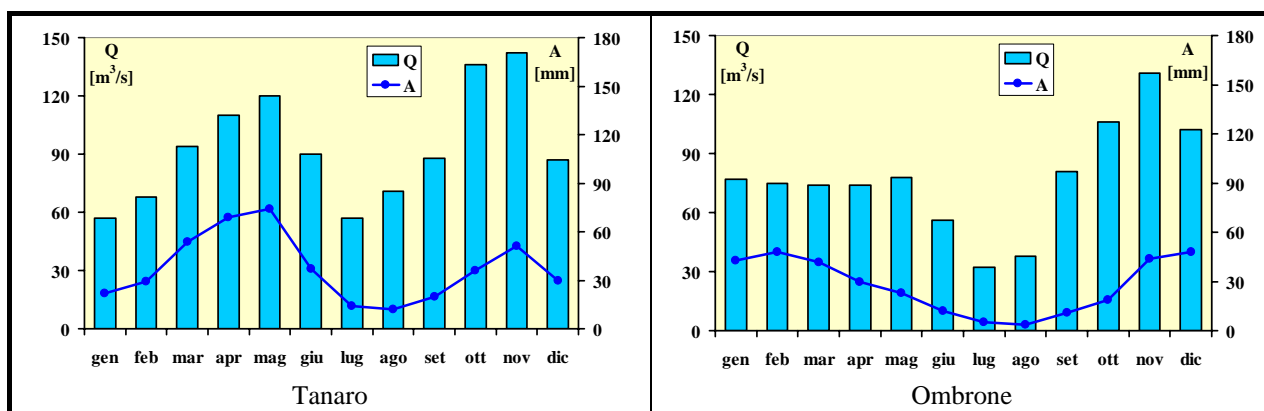
Sono escluse le ZU ad acque correnti naturali non permanenti, le ZU ad acque stagnanti (lanche, laghi, stagni, paludi), le ZU artificiali e le ZU di transizione (ai limiti tra bacini marini ed aree emerse, quali quelli lagunari, palustri, deltizi, di estuario,...) la cui fauna ittica è costituita anche o solo da specie eurialine migratrici facoltative, lagunari ed estuariali e/o a diversa ecologia intraspecifica.



**Fig. 1** - Esempi di regimi idrologici nivoglaciali (ZU 1.2.1.1). Valori medi mensili degli afflussi meteorici “A” e delle portate (Q). **Dora Baltea** a Tavagnasco (263 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 3.313 km<sup>2</sup>. **Adige** a Ponte d’Adige (238 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 2.642 km<sup>2</sup>.



**Fig. 2** - Esempi di regimi idrologici nivopluviali (ZU 1.2.2.1). Valori medi mensili degli afflussi meteorici “A” e delle portate (Q). **Orco** a Pont Canavese (430 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 617 km<sup>2</sup>. **Brenta** a Bassano (106 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 1.567 km<sup>2</sup>.



**Fig. 3** - Esempi di regimi idrologici pluviali (ZU 1.2.3.1). Valori medi mensili degli afflussi meteorici “A” e delle portate (Q). **Tanaro** a Farigliano (235 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 1.522 km<sup>2</sup>. **Ombrone** a Sasso d’Ombrone (364 m s.l.m.); superficie bacino sotteso pari a 2.657 km<sup>2</sup>.

## 2 - VALORE INTRISECO DELLE SPECIE ITTICHE

Nelle precedenti versioni dell'Indice Ittico veniva definito il **valore intrinseco (V)** attribuito ad ogni specie ittica autoctona in funzione dei seguenti criteri:

**Fattore AD** - *areale di distribuzione della specie autoctone (AU)*; esso è tanto più elevato quanto meno esteso è l'areale; le alterazioni ambientali riducono la consistenza delle popolazioni in aree ridotte con gravi rischi di estinzione; la loro tutela è strategica ai fini del mantenimento della biodiversità. I valori "AD" attribuiti alle singole specie sono ottenuti sulla base di quanto indicato sugli areali di distribuzione da diversi Autori<sup>1</sup> (**tab. 1**)

**Fattore ST** - *stato della specie (tab. 1)*; considera la consistenza delle popolazioni delle specie nei loro areali di distribuzioni originari.

<b>Tab. 1</b> - Descrizioni dei fattori AD (Aree di Distribuzione originario della specie) ed ST (Stato della Specie nel suo areale di distribuzione originario).	
<b>AD = 1</b>	Ampia distribuzione in tutta o gran parte dell'Europa.
<b>AD = 2</b>	Porzione ristretta dell'Europa e/o fascia mediterranea e/o tutta o buona parte della penisola italiana.
<b>AD = 3</b>	Fascia mediterranea e/o tutta o buona parte della penisola italiana, ma con popolazioni frammentate ed incerte e/o tributari dell'alto Adriatico (bacino del Po in epoche glaciali).
<b>ST = 1</b>	Buona consistenza delle popolazioni. Non si segnalano decrementi significativi. Non sono necessarie particolari misure di cautela. Rischio nullo o basso.
<b>ST = 2</b>	Buona consistenza delle popolazioni in alcune porzioni degli areali di distribuzione originari. Si segnalano decrementi. Necessaria una certa attenzione per la tutela. Rischio moderato.
<b>ST = 3</b>	Forte decremento delle popolazioni in tutti o quasi gli areali di distribuzione originari. Presenze sporadiche e/o occasionali. Necessità di misure di tutela straordinarie. Forte rischio.

Il valore intrinseco veniva quindi definito dal prodotto dei precedenti fattori ( $V = AD \cdot ST = 1 \div 9$ ). FORNERIS *et al.* (2010) hanno proposto di "...rivedere il valore intrinseco delle specie autoctone (V), riformulandolo a prescindere dello stato delle specie (fattore ST) e considerando unicamente le dimensioni degli areali di distribuzione (fattore AD). Infatti il fattore "ST" andrebbe periodicamente aggiornato, in quanto variabile nel tempo, con conseguente aggiornamento del valore intrinseco; ciò inevitabilmente limita, o addirittura annulla, la possibilità di confronti tra campionamenti negli stessi ambienti, ma effettuati in tempi diversi". In coerenza con quanto espresso, con la presente versione dell'I.I., si considera il valore  $V = AD$ . La **tab. 2** riporta i valori intrinseci per le specie autoctone (AU) dei Distretti padano veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl). Per le specie alloctone (AL) si attribuisce  $V = - 1$ .

Per le specie rispetto alle quali si nutrono dubbi (A0), in quanto ai margini dei loro areali di distribuzione originari, soprattutto nelle situazioni di incertezza, oppure caratteristiche dell'ambito geografico in esame, ma in tipologie ambientali (zone ittiche) adiacenti a quelle più specificatamente adatte, vale  $V = 0$ .<sup>2</sup>

## 3 - DESCRIZIONE DELLE AREE OMOGENEE

Il territorio italiano centro - settentrionale è suddiviso in distretti (BIANCO, 1987, 1996), aree e sub-aree omogenee sulla base di criteri fisiogeografici e zoogeografici, secondo lo schema illustrato in **fig. 4**. Nel seguito vengono descritte le principali caratteristiche ambientali di tali aree e le ragioni che hanno portato alla loro identificazione.

**Dpv (Distretto padano - veneto)**. Territorio costituito dai tributari dell'alto e medio Adriatico; in Italia dal Po fino all'Isonzo (compresi Adige, Brenta, Piave, Tagliamento,...), estrema porzione occidentale della Slovenia e la penisola istriana per l'alto Adriatico; in Italia dal Reno al Vomano (compresi Savio, Marecchia, Metauro, Esino, Musone, Potenza, Tronto,...) e in Croazia verso Sud fino al Krka sul medio

<sup>1</sup> BRUNO, 1987; DELMASTRO, 1982; FORNERIS, 1989; FORNERIS *ET AL.*, 1990; GANDOLFI *ET AL.*, 1991; GRIMALDI, 1980; GRIMALDI, MANZONI, 1990; LADIGES, VOGT, 1965; MARIANI, 1988; MARIANI, BIANCHI, 1991; MUUS, DAHLSTRÖM, 1970; TORTONESE, 1970, 1975; VOSTRADOVSKY, 1975; ZERUNIAN, 2002a,b, 2004b.

<sup>2</sup> Per esempio la scardola rinvenuta in un torrente classificabile come zona ittica a salmonidi.

Adriatico. Comprende l'intero bacino del Po nella fase di massima regressione marina in periodo glaciale (COLANTONI *et al.*, 1984), esteso fino al margine della fossa meso-adriatica (con limite meridionale costituito dal Vomano sulla sponda italiana e dal Krka su quella croata) secondo quanto risultato dallo studio di DE MARCHI (in DAL PIAZ, 1967) delle isobate dell'alto e medio Adriatico con il quale si è ricostruito il corso dei fiumi sull'antica pianura padana<sup>3</sup>.

**Z1 (area di pertinenza alpina)** - Fiume Po dalle origini fino alla sezione di confluenza con il Panaro (delta escluso), tributari di sinistra e tributari di destra dalle origini alla sezione di confluenza con il Ricchiardo (escluso). Fiume Tanaro a monte della sezione di confluenza con il Ridone (escluso) presso Alba (CN), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Intero reticolo idrografico del triveneto. La maggior parte dei bacini presentano, sulle testate, fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo, talora anche superiori al limite climatico delle nevi persistenti, con conseguenti presenze di isole glaciali. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie (primavera ed autunno) e quasi sempre con minimo principale invernale e secondario estivo; afflussi meteorici medi annui generalmente crescenti verso Est. La tipologia di regime idrologico prevalente è il nivopluviale, ma sono frequenti anche i regimi pluviali verso la pianura; nelle testate dei bacini più elevati risultano regimi nivoglaciali, talora verso valle fino alla pianura (es. Dora Baltea e Adige). La portata specifica di magra normale è superiore a 2 L/s/km<sup>2</sup>, anche molto più elevata, fino a superare 10 L/s/km<sup>2</sup>.

**Z1.1 (sub-area di pertinenza alpina occidentale sul versante padano)**. Fiume Po dalle origini fino alla sezione di confluenza con lo Scrivia, tributari di destra dalle origini a monte della sezione di confluenza con il Ricchiardo (escluso). Fiume Tanaro a monte della sezione di confluenza con il Ridone (escluso), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, in buona parte con quello primaverile prevalente su quello autunnale o più o meno equivalenti nelle aree montane più elevate nella porzione occidentale, in Valle d'Aosta e nel medio e alto bacino del Sesia; minimo invernale decisamente inferiore a quello secondario estivo.

**Z1.2 (sub-area di pertinenza alpina centrale sul versante padano)**. Fiume Po dalla sezione di confluenza con lo Scrivia a quella di confluenza con il Panaro e tutti i bacini tributari di sinistra, prevalentemente in territorio lombardo. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, più o meno equivalenti o leggermente superiore quello autunnale. Nelle aree montane più elevate risulta una certa influenza del regime continentale, tipico dell'Europa centrale e con massimi di precipitazioni in estate; pertanto i regimi idrometrici, soprattutto quelli alimentati da bacini che si estendono più a Nord, presentano minimi secondari estivi leggermente più cospicui. Fascia pedemontana maggiormente estesa rispetto alle sub-aree adiacenti, con passaggi più gradualmente tra le zone ittiche. Presenza significativa, nella transizione tra fascia pedemontana e pianura, dei più importanti laghi terminali Sud-alpini (Maggiore, Como, Garda,...), capaci di esercitare un evidente volano idrologico dei principali fiumi della Lombardia (Ticino, Adda, Oglio, Mincio,...). Importante è la presenza di ambienti di risorgiva (ZU 1.1).

**Z1.3 (sub-area di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico)**. Bacini ad oriente del Mincio (Garda), fino all'Isonzo (compreso), tributari dell'alto Adriatico (a Nord del delta del Po). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, ma con quello autunnale prevalente; il minimo principale si verifica nell'inverno, ma meno pronunciato rispetto a quanto accade per le porzioni centrale e occidentale della Z1; anche il minimo estivo è condizionato da

---

<sup>3</sup> L'ultima glaciazione (Wurm) fu meno estesa delle precedenti del quaternario. 15.000 ÷ 20.000 anni fa, prima della fase di ritiro dei ghiacci, il livello marino era oltre 100 m più basso, la pianura Padana estesa più a Sud, forse fino all'attuale Ancona; i fiumi appenninici del versante adriatico erano affluenti del Po. In quella fase di regressione marina l'attuale fiume Potenza (~ 20 km a Sud di Ancona) era probabilmente l'ultimo importante affluente a monte della foce del Po nell'antico Adriatico. Con l'ablazione dei ghiacci la linea di costa si spostò verso Nord e 6.000 ÷ 7.000 anni fa il Marecchia confluiva nel Reno e questo ancora nel Po. Poco più di 5.000 anni fa circa si stabilizzò la linea di costa sull'Adriatico, più o meno nella posizione attuale. Le glaciazioni precedenti furono più estese, con livello marino più basso. Sull'Adriatico il reticolo idrografico del Po comprendeva il Vomano. Sardegna, Corsica e Italia erano unite da ponti di terra emersa; ciò potrebbe spiegare, in parte, la diffusione della trota macrostigma sulle maggiori isole del Mediterraneo centrale e sul versante tirrenico dell'Appennino.

precipitazioni più abbondanti per l'influenza del regime continentale tipico dell'Europa centro-orientale. Gli spartiacque delle testate dei principali bacini si sviluppano su fasce altimetriche meno elevate, ma i limiti climatici altimetrici sono leggermente inferiori per l'influenza, soprattutto nella stagione fredda, dei flussi d'aria aventi origine dall'anticiclone euro-siberiano. Presenza rilevante di litotipi calcarei nella cerchia alpina e pedemontana; pertanto buona parte dei regimi idrologici, seppure classificabili nei tipi caratteristici della Z1, sono influenzati dalla circolazione sotterranea carsica. Di una certa importanza è infine la presenza di risorgive, seppure in misura minore rispetto alla Z1.2.



**Fig. 4** - Schema classificativo dei distretti **distretti padano - veneto (Dpv)** e **tosco - laziale (Dtl)** per i quali è valido l'Indice Ittico (I.I.) e loro suddivisione in aree e sub-aree omogenee (Z) in funzione delle caratteristiche ambientali fisiogeografiche dei reticoli idrografici superficiali naturali e delle comunità ittiche di riferimento. Indicazione delle tipologie ambientali (Tp) per le quali si ritiene possibile l'applicazione dell'I.I.

Distretto padano - veneto (Dpv)	Z1 Area di pertinenza alpina	Z1.1	Sub-area di pertinenza alpina occidentale sul versante padano (Tp = S, M, Cs e Ci).
		Z1.2	Sub-area di pertinenza alpina centrale sul versante padano (Tp = S, M, Cs e Ci).
		Z1.3	Sub-area di pertinenza alpina orientale sul versante Adriatico (Tp = S, M, Cs e Ci).
	Z2 Area di pertinenza appenninica	Z2.1	Sub-area di pertinenza appenninica sul versante padano (Tp = Cs e Ci).
		Z2.2	Subarea di pertinenza appenninica sul versante adriatico (Tp = Cs e Ci).

**Distretto tosco - laziale (Dtl) - Z3 (Tp = S, M, Cs e Ci).**

Sono esclusi gli ambienti ad acque stagnanti (laghi, stagni, paludi,... naturali ed artificiali) e quelli di transizione (ai limiti tra bacini marini ed aree emerse: lagunari, palustri, deltizi, di estuario,...) la cui fauna ittica è costituita anche o solo da specie eurialine migratrici facoltative, lagunari ed estuariali e/o a diversa ecologia intraspecifica.

**Tab. 2** - Lista delle specie ittiche autoctone (AU) dei distretti padano-veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl). Valore intrinseco delle specie in funzione dell'estensione dell'areale originario di distribuzione (V = AD). Sistematica secondo GANDOLFI *et al.* (1991) e ZERUNIAN (2002a,b, 2004b).

Ordine	Famiglia	Genere specie sottospecie	Nome volgare	V=AD
<i>Acipenseriformes</i>	<i>Acipenseridae</i>	<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	3
		<i>Acipenser sturio</i>	Storione comune	1
		<i>Huso huso</i>	Storione ladano	2
<i>Anguilliformes</i>	<i>Anguillidae</i>	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	1
<i>Clupeiformes</i>	<i>Clupeidae</i>	<i>Alosa fallax</i>	Agone/cheppia/alosa	2
<i>Cypriniformes</i>	<i>Cyprinidae</i>	<i>Alburnus alburnus alborella</i>	Alborella	3
		<i>Barbus meridionalis caninus</i>	Barbo canino	3
		<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	2
		<i>Chondrostoma genei</i>	Lasca	3
		<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	3
		<i>Gobio gobio</i>	Gobione	1
		<i>Leuciscus cephalus</i>	Cavedano	1
		<i>Leuciscus souffia muticellus</i>	Vairone	2
		<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	1
		<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	Triotto	3
		<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	3
		<i>Rutilus rubilio</i>	Rovella	3
		<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Scardola	1
	<i>Tinca tinca</i>	Tinca	1	
	<i>Cobitidae</i>	<i>Cobitis taenia bilineata</i>	Cobite	2
<i>Sabanejewia larvata</i>		Cobite mascherato	3	
<i>Balitoridae</i>	<i>Barbatula barbatula</i>	Cobite barbatello	1	
<i>Gadiformes</i>	<i>Gadidae</i>	<i>Lota lota</i>	Bottatrice	1
<i>Gasterosteiformes</i>	<i>Gasterosteidae</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Spinarello	2
<i>Perciformes</i>	<i>Blenniidae</i>	<i>Salaria fluviatilis</i>	Cagnetta	2
	<i>Gobiidae</i>	<i>Gobius nigricans</i>	Ghiozzo di ruscello	3
		<i>Knipowitschia punctatissima</i>	Panzarolo	3
		<i>Padogobius martensii</i>	Ghiozzo padano	3
	<i>Percidae</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale	1
	<i>Esocidae</i>	<i>Esox lucius</i>	Luccio	1
	<i>Salmonidae</i>	<i>Salmo carpio</i>	Carpione del Garda	3
		<i>Salmo fibreni</i>	Carpione del Fibreno	3
		<i>Salmo [trutta] macrostigma</i>	Trota macrostigma	2
<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>		Trota marmorata	3	
<i>Thymallidae</i>	<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	1	
<i>Scorpaeniformes</i>	<i>Cottidae</i>	<i>Cottus gobio</i>	Scazzone	1

In attesa di approfondimenti, si ritiene (ZERUNIAN, 2002a, 2004b) di non considerare specie valide il *Barbus tyberinus* (barbo tiberino) ed il *Leuciscus lucumonis* (cavedano etrusco). Si nutrono alcuni dubbi sull'autoctonia del pigo, bottatrice e persico reale (BIANCO, 1987, 1996). L'unico salmonide sicuramente endemico nel Dpv è la trota marmorata, mentre risultano forti dubbi (PICCININI *et al.*, 2004; BETTI, 2006) per *Salvelinus alpinus* (salmerino alpino). L'unico salmonide endemico nel Dtl è la trota macrostigma. *Salmo [trutta] fario* (trota fario) è specie esotica per l'Italia (FORNERIS *et al.*, 2005a,b, 2006a, 2007; PASCALE, 1999; NONNIS MARZANO *et al.*, 2003).

**Z2 (area di pertinenza appenninica).** Tributari di destra del fiume Po a valle della sezione di confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino alla confluenza con il bacino del Panaro (incluso). Fiume Tanaro a valle della sezione di confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Dal bacino del Reno (tributario dell'Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra (Idice, Sillaro, Santerno, Senio,...) verso Sud fino a quello del Vomano (compreso) nella porzione meridionale della Provincia di Teramo (Marche).

**Z2.1 (area di pertinenza appenninica sul versante padano).** Tributari di destra del fiume Po a valle della sezione di confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino alla confluenza con il bacino del Panaro (incluso). Fiume Tanaro a valle della sezione di confluenza con il Ridone (incluso),

suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Bacino del Reno (tributario dell'alto Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra (Idice, Sillaro, Santerno, Senio,...). Lo spartiacque appenninico tosco-emiliano segna il confine che separa la Z2 a Nord dal distretto tosco - laziale a Sud. Gli apici allineati su tale spartiacque presentano altitudini decrescenti verso Est, da quote superiori a 2.200 m a valori intorno ai 1.500 m s.l.m. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, più o meno equivalenti o con leggera prevalenza primaverile o autunnale; minimo estivo ridotto rispetto a quello secondario invernale (al contrario di quanto accade in Z1). I regimi idrologici sono tipicamente di tipo pluviale. La coincidenza tra i minimi pluviometrici principali con i massimi dei regimi termici determina portate di magra estiva piuttosto pronunciate, con valori specifici inferiori a  $2 \text{ L/s/km}^2$  e, seppure raramente, anche inferiori a  $1,5 \text{ L/s/km}^2$ . Nelle testate dei bacini principali, presso i culmini dello spartiacque appenninico, possono risultare regimi idrologici nivopluviali (o di transizione con il pluviale), con portate di magra (quasi sempre estive, raramente anche invernali) significativamente superiori, ma con valori specifici che non superano i  $5 \text{ L/s/km}^2$ . I regimi idrologici presentano una variabilità (rapporto tra i valori medi mensili massimo e minimo dei deflussi) più spiccata rispetto a quella in Z1. I litotipi di origine sedimentaria sono ben rappresentati; ciò comporta, in occasione di precipitazioni intense, un più facile intorbidimento delle acque (trasporto solido pelitico) rispetto a quanto accade in Z1 (dominata da più estese formazioni cristalline, prevalentemente metamorfiche).

**Z2.2 (area di pertinenza appenninica sul versante adriatico).** Tributari del medio Adriatico, a Sud del Reno, dal bacino del Lamone (compreso) a quello del Vomano (compreso) nella porzione meridionale della Provincia di Teramo (Marche).

**Dtl/Z3 (Distretto tosco - laziale).** Tributari dell'alto e medio Tirreno, dal bacino del Magra a quello del Tevere. Comprende gli importanti bacini dell'Arno e del Tevere, mentre su nutrono dubbi circa l'appartenenza a questo distretto del bacino del Magra nel levante ligure (BIANCO, 1987; indicato con “?” in fig. 1).

Le aree Z2.2 e Z3 sono entrambe alimentate dai rilievi dell'Appennino e conviene descriverle parallelamente per meglio mettere in evidenza differenze ed analogie, anche rispetto al Sud Italia, facendo naturalmente riferimento ai principali fattori edafici considerati per le precedenti aree.

Mentre il bacino del Magra (Vara) presenta un'altitudine massima di oltre 2.000 m e quello del Serchio (Z3) di quasi 2.200 m, il culmine dello spartiacque della testata Nord del più grande bacino dell'Arno risulta significativamente inferiore (1.657 m s.l.m.). Il Tevere presenta il bacino di più grande estensione areale in Italia dopo quello del Po (quasi  $17.000 \text{ km}^2$ ), ma una bassa altitudine mediana (poco più di 500 m s.l.m.); in effetti solo una porzione modesta di tale area presenta culmini elevati oltre i 2.000 m, con 2.487 m quello massimo nel bacino del Velino, affluente di sinistra del Tevere, nell'area del massiccio del Gran Sasso (2.920 m s.l.m.). Questi rilievi segnano lo spartiacque tra i due versanti dell'Appennino e lo stesso Gran Sasso (con le montagne circostanti) alimenta i bacini impostati sull'opposto versante, i più importanti dei quali sono quelli del Vomano, Pescara e Sangro, caratterizzati quindi dalle fasce altimetriche più elevate rispetto ai bacini che si affacciano sull'Adriatico. Verso Sud, su entrambi i versanti, raramente le altitudini massime raggiungono i 2.000 m s.l.m.; pochi esempi sono nel massiccio del Pollino che alimenta i bacini del versante ionico.

Lo spartiacque appenninico non divide l'Italia centro-meridionale in modo simmetrico, ma è spostato ad oriente. Ciò comporta, soprattutto nel distretto tosco-laziale, superfici dei bacini del versante tirrenico decisamente superiori a quelli del versante adriatico che, tra l'altro, presentano un reticolo idrografico più ripido verso il mare, con maggiore sovrapposizione delle tipologie ambientali fluviali. L'entità dei deflussi, a parità degli altri fattori edafici, è naturalmente condizionata dalle superfici dei bacini; pertanto i fiumi del versante tirrenico presentano generalmente regimi idrologici caratterizzati da una minore variabilità e con portate più abbondanti verso valle. Tipici esempi sono il Tevere e l'Arno; in Italia troviamo il bacino del Po con  $70.091 \text{ km}^2$  (a Pontelagoscuro), seguito dal Tevere ( $16.545 \text{ km}^2$  a Ripetta), dall'Adige ( $11.954 \text{ km}^2$  a Boara Pisani) e dall'Arno ( $8.186 \text{ km}^2$  a S. Giovanni alla Vena), rispettivamente al secondo ed al quarto posto nella classifica dei più grandi bacini in Italia, ma merita segnalare anche il Volturno ( $5.558 \text{ km}^2$  a Cancellò Arnone; al settimo posto della stessa graduatoria dopo il Tanaro ed Ticino) ed il Sele ( $3.235 \text{ km}^2$  ad Albanella; all'undicesimo posto dopo l'Adda, Reno e Dora Baltea). Sul versante adriatico solo il Pescara ( $3.125 \text{ km}^2$  a S. Teresa) e l'Ofanto ( $2.716 \text{ km}^2$  a Samuele di Cafiero) sono alimentati da bacini di



dimensioni significative, comunque inferiori a quelle dei bacini succitati per il versante tirrenico. Pertanto, sotto questo profilo, il distretto tosco-laziale è un'area che si distingue in modo evidente rispetto al versante Adriatico.

Diversamente dalle aree Z1 e Z2.1, caratterizzate da regimi pluviometrici medi con due massimi nelle stagioni intermedie e due minimi interposti, quelli dell'Italia centro-meridionale presentano un solo minimo estivo ed un solo massimo (es. Ombrone in **fig. 3**). Il primo (generalmente più basso rispetto a quanto accade in padania) si verifica quasi sempre in luglio e tende a valori man mano inferiori verso Sud, mantenendosi comunque superiore a 20 mm alle basse altitudini fino al Molise, Nord-Campania, Gargano, per diminuire rapidamente fino a valori decisamente scarsi, anche meno di 10 mm in Calabria e nel leccese. Il massimo è tardo-autunnale (ma con piogge che permangono relativamente elevate nei mesi successivi) in Toscana, Marche, Umbria ma, procedendo verso Sud, si sposta man mano nell'inverno (dicembre e gennaio).

Il rapporto tra massimo e minimo tende ad aumentare verso il meridione; mentre a Firenze il rapporto tra i valori di 114 mm di ottobre e di 23 mm di luglio è pari a 4,9 e ad Ancona è 3,6 (101 mm di ottobre e 28 mm di luglio), si passa a 9,6 di Napoli (125 mm di novembre e 13 mm di luglio), a 6,1 di Bari (115 mm di novembre e 19 mm di luglio) e addirittura a 20 a Reggio Calabria (96 mm di novembre ed appena 5 mm di luglio)<sup>4</sup>.

Nelle aree montane gli afflussi meteorici medi annui sono poco superiori a quelli delle fasce altimetriche inferiori, con minimi estivi meno pronunciati e valori medi mensili di luglio raramente inferiori a 30 mm. Non risulta una particolare distribuzione delle precipitazioni medie annue che permetta di distinguere i due versanti dell'Appennino o in funzione della latitudine; piuttosto risulta un minimo (intorno a 600 ÷ 800 mm) nella Puglia e nella Basilicata orientale che si distingue abbastanza nettamente rispetto all'Italia centro-meridionale.

I regimi idrologici dei corsi d'acqua alimentati dai versanti appenninici sono quasi tutti spiccatamente pluviali e con andamento che risente direttamente dei regimi pluviometrici sopra descritti. Risultano portate cospicue tardo-autunnali e invernali e portate medie estive decisamente inferiori. Le scarse piogge della stagione più calda, unitamente ai cospicui processi evapotraspirativi, determinano portate di magra molto scarse, con valori specifici quasi sempre inferiori a  $1 \div 1,5 \text{ L/s/km}^2$  ed ancor meno. Questi aspetti, verso Sud, si fanno sempre più pronunciati; nell'inverno i fiumi diventano impetuosi e caratterizzati da forti carichi detritici, mentre in estate si trasformano in "riganoli" d'acqua ed in alvei che si asciugano in diversi tratti; si tratta di situazioni che possono rendere difficile il mantenimento di comunità ittiche. Sul versante adriatico il Biferno presenta già caratteri di fiumara, seppure limitatamente (l'altitudine massima supera, seppure di poco, i 2.000 m s.l.m.).

Verso Sud il fenomeno si accentua, anche per lo scarso effetto di volano idrologico per l'assenza di fasce altimetriche elevate (altitudini massime di 1.150 m s.l.m. per il Fortore e 1.493 m s.l.m. per l'Ofanto) e bacini di estensioni relativamente limitate. Le fiumare più caratteristiche sono quelle del versante ionico, ma i cui effetti sono parzialmente limitati dalle fasce altimetriche leggermente più elevate che caratterizzano i culmini del Pollino. Sul versante tirrenico le fiumare caratterizzano soprattutto la Calabria. Solo sulle testate dei bacini impostati sulla porzione occidentale dell'Appennino tosco-emiliano (Serchio sul versante tirrenico) e sui rilievi intorno al Gran Sasso (Velino sul versante tirrenico e Vomano, Pescara, Sangro,... su quello adriatico) possono risultare regimi di tipo nivopluviale (o di transizione con quello pluviale).

La suddivisione dei Distretti padano-veneti (Dpv) e tosco-laziale (Dtl) sopra riportata è stata effettuata sulla base di criteri fisiogeografici e zoogeografici (come esposto più avanti). Conviene descrivere, in maggior dettaglio, alcuni dei parametri caratteristici dell'ambiente fisico che si sono considerati.

L'**altitudine** è un parametro importante, soprattutto per un territorio come quello italiano, caratterizzato da elevate catene montuose su una superficie relativamente modesta e comprendente aree di pianura e prossime al mare, su uno sviluppo costiero molto articolato. Per la caratterizzazione altimetrica di un bacino la soluzione migliore è la sua curva ipsografica, che mette bene in evidenza la distribuzione delle diverse fasce altimetriche. Dalla curva ipsografica si ricava l'*altitudine mediana* ( $H_{med}$ ), quota al di sopra e

---

<sup>4</sup> A Palermo, a fronte di un massimo medio di oltre 150 mm in dicembre, risulta una precipitazione mensile di luglio di appena 6 mm, con un rapporto tra i due valori pari a 25.

al di sotto della quale si trovano le due metà areali del bacino (STRAHLER, 1952, 1968). Altrettanto importanti sono l'*altitudine della sezione* ( $H_{sez}$ ) rappresentativa del tratto fluviale di interesse (oggetto di campionamenti) e l'*altitudine massima* del bacino sotteso ( $H_{max}$ ). Per un corretto confronto tra bacini, conviene inoltre fare riferimento ad alcuni limiti altitudinali di particolare significato climatico (MENNELLA, 1967; DURIO *et al.*, 1982; BOANO *et al.*, 2003):

- LC0j** - **Limite Climatico dello zero termico medio mensile di gennaio**; altitudine alla quale la temperatura media mensile di gennaio (il mese invernale più freddo<sup>5</sup>) è pari a 0 °C; al di sotto di quella quota non vi sono condizioni termiche per l'accumulo di neve al suolo; l'eventuale manto nevoso (salvo annate particolari, nei versanti meno esposti) si scioglie nel giro di pochi giorni e comunque entro il mese; la fascia altimetrica inferiore a tale limite concorre all'alimentazione di regimi idrologici francamente pluviali (deflussi quali risposta diretta degli afflussi) e con coefficienti di deflusso prossimi ad uno per assenza (o quasi) di evapotraspirazione, come tipico dell'inverno; oltre tale limite l'acqua di origine meteorica di gennaio inizia ad essere disponibile, come deflussi, nel mese successivo, ancora nell'inverno; alle quote superiori si fa più evidente l'effetto del "ritardo" nella formazione dei deflussi rispetto alle precipitazioni, senza tuttavia diventare determinante nel condizionare i regimi idrologici.
- LC0w** - **Limite Climatico dello zero termico medio del trimestre invernale**; altitudine alla quale la temperatura media mensile dei tre mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) è pari o inferiore a 0 °C;<sup>6</sup> lo scioglimento delle nevi accumulate nell'inverno si manifesta, in modo apprezzabile, in marzo, e diventa significativo in aprile, con residui ancora all'inizio di maggio nei versanti meno esposti; al di sopra di tale limite le fasce altimetriche contribuiscono all'alimentazione di regimi nivopluviali.
- LC0y** - **Limite Climatico dello zero termico medio annuo**; è l'altitudine alla quale la temperatura media annua è pari a 0 °C; grosso modo vi sono le condizioni per accumulo di neve per metà anno, che solitamente si scioglie del tutto nel successivo semestre "caldo"; la fascia climatica compresa tra tale limite e quello precedente concorre all'alimentazione di regimi nivopluviali; la presenza, nelle testate dei bacini, di fasce altimetriche superiori comporta una significativa alimentazione dei deflussi con l'ablazione, ancora in luglio e, seppure in modo meno evidente, anche in agosto.
- LCsp** - **Limite Climatico delle nevi persistenti**; è l'altitudine al di sopra della quale, in estate, la neve accumulata nella stagione fredda non si scioglie completamente, accumulandosi ai residui dell'anno precedente; nelle fasce altimetriche superiori vi sono le condizioni per la formazione e/o persistenza di isole glaciali, nevai perenni ed anche veri e propri ghiacciai, soprattutto quando tali aree sono sufficientemente estese per altitudini crescenti; le fasce altimetriche superiori al LCnp, in un bacino, concorrono, con l'ablazione dei ghiacci, all'alimentazione di regimi idrologici nivoglaciali.

I limiti altitudinali climatici (LC) sopra descritti sono diversi nelle aree e sub-aree definite e rappresentate in **fig. 1**. Il limite climatico delle nevi persistenti (LCsp) è leggermente inferiore nel versante francese delle Alpi rispetto a quello interno, a causa delle più abbondanti precipitazioni scaricate dai fronti perturbati di origine Nord-occidentale. Nelle Alpi orientali è più basso grazie alla più diretta esposizione alle correnti orientali e Nord-orientali.

Nell'Italia centrale (area Z3 e sub-area Z2.2) l'applicazione dei gradienti termici medi annui e stagionali sui valori delle temperature medie delle pianure, di circa 1 °C superiori di quelle delle regioni settentrionali, portano alla determinazione dei limiti LC un poco superiori, soprattutto sul versante tirrenico, sottovento rispetto alle correnti orientali.

La **tab. 3** riporta i valori di LC caratteristici delle diverse aree e sub-aree "Z". Quindi si è proceduto alla collocazione dei parametri  $H_{max}$  e  $H_{sez}$  nell'ambito delle fasce altimetriche comprese tra i limiti altitudinali climatici (LC) in funzione delle tipologie ambientali A, S, M e C (**tab. 5**).

---

<sup>5</sup> È la situazione più frequente. Merita precisare che, nei climi marittimi (la costa italiana) il mese più freddo è febbraio, per l'effetto di volano termico indotto dalla massa d'acqua marina. Ma è un aspetto poco rilevante; infatti per individuare un mese con temperatura media mensile inferiore a 0 °C, occorre salire "almeno" di 500 m verso l'entro-terra dove, si assiste al passaggio a climi di tipo continentale, con minimo termico in gennaio.

<sup>6</sup> Tenuto conto che febbraio è mediamente il meno freddo del trimestre invernale, in pratica il LC0i è l'altitudine corrispondente alla temperatura media mensile pari a 0 °C del febbraio stesso.

Tab. 3 - Valori termici dei diversi limiti altitudinali climatici (LC) in funzione delle aree e sub-aree (Z).						
	Z1.1	Z1.2	Z1.3	Z2.1	Z2.2	Z3
LCsp	3.000 ÷ 3.200	2.900 ÷ 3.300	2.700 ÷ 3.000	-	-	-
LC0y	2.600 ÷ 2.800	2.500 ÷ 2.800	2.400 ÷ 2.600	-	≥ 2.700 (*)	≥ 2.800 (*)
LC0w	1.600 ÷ 1.800	1.500 ÷ 1.800	1.400 ÷ 1.600	1.700 ÷ 1.900	1.700 ÷ 1.900	1.800 ÷ 2.000
LC0j	500 ÷ 700	500 ÷ 700	400 ÷ 600	600 ÷ 800	600 ÷ 800	700 ÷ 900
LCsp	Limite Climatico delle nevi persistenti.					
LC0y	Limite Climatico dello zero termico medio annuo.					
LC0w	Limite Climatico dello zero termico medio del trimestre invernale (dicembre ÷ febbraio).					
LC0j	Limite Climatico dello zero termico medio mensile di gennaio.					
(*) Poco rilevante; presente nel massiccio del Gran Sasso (spartiacque tra Z2.2 e Z3).						

Altro fattore edifico utilizzato è la **composizione geolitologica prevalente dei bacini** costituenti le aree e sub-aree (Z) individuate. Le acque di un fiume “...hanno un diverso chimismo...che dipende essenzialmente dalle formazioni geologiche del bacino...” e da altri caratteri ambientali; “...il tutto può essere complicato dalla presenza di acque sotterranee, talora di notevole portata, come si verifica nelle zone carsiche...” (BADINO *et al.*, 1991). Ai fini dell’individuazione di criteri di estrema sintesi si propongono le seguenti categorie:

- BC - bacino prevalentemente cristallino;** litotipi rocciosi-cristallini (essenzialmente di origine magmatica e/o metamorfica) > 60 % del bacino;
- BS - bacino con significativa presenza di materiale sedimentario;** litotipi sedimentari (essenzialmente di tipo clastico) > 40 % del bacino;
- 1 - bacino prevalentemente siliceo;** litotipi non calcarei > 70 % del bacino;
- 2 - bacino con significativa presenza di materiale calcareo;** litotipi calcarei > 30 % del bacino.

La prevalenza di litotipi cristallini o sedimentari indica, grosso modo, la tendenza, rispettivamente meno evidente e più marcata, all’intorbidimento delle acque in occasione di precipitazioni abbondanti e/o a carattere di rovescio. Per linee molto generali, nei bacini impostati su formazioni rocciose più resistenti al disfacimento, le acque tendono ad intorbidirsi meno facilmente o a ritornare limpide più velocemente dopo le manifestazioni di piena. Ma esistono numerose eccezioni. La più evidente si riferisce ai bacini montani alimentati dall’ablazione di ghiacciai; le acque, pur derivanti da areali a struttura geologica nettamente cristallina, sono fortemente torbide, soprattutto in estate. La prevalenza di litotipi silicei (1) o calcarei (2) incide sul chimismo delle acque. Spesso si ritiene tale aspetto molto importante, talora anche sopravvalutandolo, soprattutto in relazione alle cenosi acquatiche. Queste tuttavia sono influenzate da numerosi altri fattori ed in modo tale da “mascherare” gli effetti del pH rispetto al quale l’ambito di tolleranza della maggior parte degli organismi è superiore alla variabilità indotta dalla composizione delle formazioni geologiche dominanti. La composizione delle categorie succitate portano ai diversi gruppi:

- BC1 - bacino prevalentemente cristallino siliceo;** gran parte del reticolo idrografico naturale superficiale delle sub-aree Z1.1 e Z1.2 e delle testate dei bacini delle aree Z2 e Z3;
- BC2 - bacino prevalentemente cristallino e calcareo e/o con presenza significativa di calcare;** gran parte degli alti e medi bacini della sub-area Z1.3;
- BS1 - bacino con presenza significativa di materiale sedimentario e prevalentemente siliceo;** parte di pianura delle sub-aree Z1.1 e Z1.2, porzioni di valle dei bacini e pianura delle aree Z2 e Z3;
- BS2 - bacino con presenza significativa di materiale sedimentario con presenza significativa di calcare;** porzioni di valle dei bacini e pianura della sub-area Z1.3.

La Z1.3 (di pertinenza alpina orientale sul versante dell’alto Adriatico) si distingue dalle altre per la prevalenza delle tipologie rocciose calcaree. I regimi idrologici sono condizionati, in qualche caso anche in modo eclatante, dalla circolazione sotterranea, tanto che molti bacini, contrariamente a quanto accade in tutta la Z1, sono di tipo “pemeabile”. Il fenomeno carsico influenza sia il chimismo delle acque, sia i regimi idrologici e quindi potrebbero risultare differenze significative anche sotto il profilo biologico. La **tab. 7** riporta gli elenchi delle specie ittiche autoctone (**AU**) delle diverse aree e sub-aree individuate; inoltre sono evidenziate quelle (**AUr**) più rappresentative ed utilizzate per l’individuazione delle comunità di riferimento Per tutta l’area di pertinenza alpina risultano complessivamente 31 specie AU, di cui 25

comuni nelle tre sub-aree Z1.1, Z1.2 e Z1.3. Per le tre specie presenti come AUr esclusivamente in Z1 (trota marmorata, temolo e scazzone) ed in parte anche per la sanguinerola e la savetta, non risultano distinzioni tra le tre porzioni occidentale, centrale ed orientale. Costituisce una eccezione il panzarolo, specie AUr in Z1.2, ma presente anche in Z1.3 e soprattutto il cobite barbatello, presente unicamente in Z1.3. Una sola specie su 18 significa ben poco, tanto più tenendo conto che essa presenta un vasto areale (quasi tutta Europa). Panzarolo e cobite barbatello sono presenti nella porzione centro-orientale del bacino del Po probabilmente in quanto “penetrati” nel distretto padano-veneto attraverso la “*via pannonica*” descritta da BIANCO (1987). La Cagnetta, nel bacino del Po, è presente unicamente in Z1.2, ma anche nel distretto tosco-laziale (Z3). La bottatrice, in Italia è presente unicamente in Z1.2, ma forse è una specie esotica (BIANCO, 1987, 1996).

Quelli succitati sono solo alcuni esempi dai quali si comprende che anche solo la storia zoogeografica delle specie, in particolare del quaternario, costituisce un fattore regolante la distribuzione delle specie ben più importante rispetto ai condizionamenti del chimismo delle acque in funzione dei litotipi predominanti nei bacini idrografici. A complicare il tutto inoltre sono gli spostamenti di faune ad opera dell’uomo. Per alcune specie infatti l’autoctonia non è sicura, mentre per altre gli areali di distribuzione originari sono piuttosto incerti.

Più interessante, ai fini biologici, risulta la distinzione tra “BC” e “BS”. Classicamente, da monte a valle, il bacino che alimenta il corso d’acqua comprende porzioni sempre più ampie di fasce altimetriche meno elevate, fino ad estendersi in pianura, dove prevalgono i processi di sedimentazione, contemporaneamente al passaggio da zone salmonicole a quelle ciprinicole.

Per quanto riguarda le **precipitazioni** molto importanti sono i **regimi pluviometrici** ed in particolare la collocazione nell’anno dei valori minimi, in quanto, con alcune eccezioni, determinano le magre idrologiche, a loro volta fattori limitanti delle cenosi acquatiche. Nell’analisi dei regimi pluviometrici è importante evidenziare i massimi e i minimi principali e secondari e quindi effettuare confronti con i regimi termici (condizionanti i fenomeni evapotraspirativi che sottraggono acqua ai deflussi) per meglio mettere in evidenza le modalità con le quali gli afflussi meteorici contribuiscono alle disponibilità delle risorse idriche. I regimi tipici dell’Italia centro-settentrionale sono i seguenti (MENNELLA, 1967):

- 1. continentale;** con massimo estivo e minimo invernale; interessa essenzialmente le porzioni più elevate dell’arco alpino centrale in Z1.2.
- 2. sublitoraneo alpino;** con due massimi nelle stagioni intermedie, primavera ed autunno, di cui è moderatamente prevalente il primo e due minimi, di cui quello invernale nettamente inferiore a quello estivo; interessa le fasce altimetriche medie ed inferiori della Z1.2 comprendendo anche la fascia di pianura adiacente; si protende nella Valle d’Aosta e sugli spartiacque dei rilievi Nord-occidentali del Piemonte, coinvolgendo, seppure marginalmente, anche la Z1.1;
- 3. sublitoraneo occidentale;** con massimi nelle stagioni intermedie, ma con quello primaverile nettamente spiccato e due minimi, di cui quello invernale nettamente inferiore a quello estivo; interessa tutta la parte occidentale del bacino del Po (Z1.1), dal Tanaro al Ticino e ad eccezione del bacino della Dora Baltea, della testata di quello della Dora Riparia, delle Alpi Marittime e del Monferrato;
- 4. sublitoraneo padano;** con due massimi nelle stagioni intermedie più o meno equivalenti e due minimi interposti di cui spesso quello estivo inferiore; è presente nella pianura tra i primi rilievi delle prealpi ed il corso del Po e si addentra nell’ampia valle del Tanaro;
- 5. sublitoraneo appenninico;** con due massimi nelle stagioni intermedie, con quello autunnale nettamente più elevato; il minimo estivo è inferiore a quello invernale; comprende tutta la regione dominata dai rilievi dell’Appennino e da questi sino al Po e una porzione delle Alpi Marittime (Z2.1).
- 6. triveneto;** il massimo si estende a due stagioni consecutive, estate ed autunno, talvolta già partendo dalla primavera; risulta un unico evidente minimo invernale; comprende le Alpi orientali (Z1.3);
- 7. pianura triveneta;** con massimo a tutto il periodo, piuttosto piovoso, da maggio a novembre; nell’ambito di tale periodo si registra un picco in maggio o in giugno sulle prealpi ed uno in autunno in pianura (Z1.3); il minimo principale è in febbraio, ma risulta una lieve flessione in agosto.
- 8. Appennino centrale;** generalmente risulta un solo minimo estivo (quasi sempre luglio) ed un solo massimo tardo-autunnale, ma con precipitazioni che si mantengono relativamente elevate nei mesi successivi ed in misura via via superiore verso Sud (Z2.2 e Z3).

La classificazione sopra riportata prevede 8 tipi, rispetto ai quali, ai fini della formazione dei deflussi e in riferimento alle cenosi acquatiche, conviene proporre una semplificazione. In primo luogo conviene mettere in evidenza la presenza dei due massimi, quando presenti, ma senza distinguere tra quello

principale e secondario; le comunità acquatiche fanno poca differenza nelle situazioni comunque caratterizzate da abbondanza d'acqua. Invece conviene puntare maggiormente l'attenzione sulla collocazione del minimo principale. Secondo MENNELLA (1967) i tipi "triveneto" e "pianuta triveneta" sono "...regimi modificati del sublitoraneo alpino", più o meno caratterizzati da un minimo invernale e da un lungo periodo piovoso comprendente, oltre alle stagioni intermedie, anche quella estiva. Pertanto i tipi descritti ai succitati punti 1, 7 e 8 possono essere raggruppati in un'unica categoria "continentale". I tipi sublitoraneo alpino e occidentale sono relativamente simili, in quanto entrambi con due massimi nelle stagioni intermedie, con quello primaverile più o meno spiccato e soprattutto il minimo principale invernale, nettamente inferiore a quello estivo. Pertanto i tipi descritti ai succitati punti 2 e 3 possono essere raggruppati in un'unica categoria "sublitoraneo". I tipi sublitoraneo padano e appenninico presentano ancora due massimi in primavera ed autunno, ma il minimo principale si colloca in estate. Pertanto i tipi descritti ai succitati punti 4 e 5 possono essere raggruppati in un'unica categoria "appenninico-padano". Infine rimane il tipo (8) dell'appennino come categoria a parte. In sintesi si propone la seguente classificazione:

**RPpc - Regime Pluviometrico continentale;** massimi nelle stagioni intermedie, ma con minimo secondario estivo interposto di poco inferiore; minimo principale invernale piuttosto evidente; caratterizza la Z1.3 e le testate dei bacini della Z1.2.

**RPps - Regime Pluviometrico sublitoraneo;** massimi nelle stagioni intermedie, con evidente minimo secondario estivo e minimo invernale ancora più accentuato; interessa le fasce altimetriche medie e inferiori dei rilievi fino a comprendere gran parte della pianura in Z1.2 e costituisce la tipologia dominante in Z1.1.

**RPap - Regime Pluviometrico appenninico-padano;** massimi nelle stagioni intermedie, con evidente minimo secondario invernale e minimo estivo ancora più evidente; costituisce la tipologia dominante in Z2.1.

**RPac - Regime Pluviometrico appenninico centrale;** un solo massimo dal tardo autunno ad inizio inverno da Nord a Sud ed un solo minimo estivo; caratterizza Z2.2 e Z3.

Il **regime idrologico** è uno dei più importanti parametri, condizionato dalle caratteristiche climatiche, geomorfologiche e ambientali del bacino (tipologia dei suoli, copertura vegetale, usi delle risorse idriche,...). La "forma" del grafico dell'andamento delle portate nell'anno è la sintesi di tutte le componenti succitate. L'aspetto che più interessa le cenosi acquatiche è l'entità dei minimi idrologici; i problemi emergono durante le magre, spesso anche indipendentemente dagli usi umani dell'acqua; frequentemente le scarse portate costituiscono situazioni di stress idrologico. In base a tali considerazioni, FORNERIS *et al.* (2005b) hanno proposto uno schema valido per il bacino del Po (**figg. 1 ÷ 3**):

- nivoglaciale con massimo principale estivo;
- nivopluviale con minimo secondario tardo estivo;
- pluviale sublitoraneo con minimo principale estivo ( $Q_{355s} > 2 \text{ L/s/km}^2$ );<sup>7</sup>
- pluviale sublitoraneo con minimo principale estivo molto scarso ( $Q_{355s} \leq 2 \text{ L/s/km}^2$ ).

Tale schema tiene conto del fatto che per i regimi nivopluviali ed ancor più per quelli nivoglaciali, la tipologia del regime pluviometrico è meno rilevante rispetto a quanto accade per i regimi pluviali; ciò che conta è la notevole disponibilità idrica estiva che distingue i nivoglaciali dai nivopluviali; entrambi con minimo principale netto nell'inverno. Nei regimi pluviali si ha una sorta di parallelismo con l'andamento pluviometrico, ma il minimo principale cade sempre in estate, anche quando quello pluviometrico è invernale, a causa dei notevoli processi evapotraspirativi che, nella stagione calda, sottraggono acqua ai deflussi. Conviene pertanto mettere in evidenza l'entità delle magre estive. I regimi idrologici condizionati da quelli pluviometrici con minimo principale invernale presentano magre estive meno pronunciate; quelli condizionati da regimi pluviometrici con minimo principale estivo presentano portate di magra decisamente inferiori, in quanto alla scarsità delle piogge si aggiungono le perdite apparenti dovute all'evapotraspirazione. Pertanto adeguando lo schema succitato al territorio molto più vasto dell'insieme dei Distretti padano-veneto e tosco-laziale, vale il seguente schema:

<sup>7</sup> La  $Q_{355}$  è la **portata media annua di durata pari a 355 giorni** [l/s; m<sup>3</sup>/s], valore medio annuo di portata disponibile in alveo per almeno 355 giorni, molto simile alla **portata di magra normale** (PEROSINO, 1989), la minima istantanea annuale con tempo di ritorno di 2 anni. Il valore assoluto di tale portata è poco utile per confrontare bacini diversi per dimensioni. Meglio utilizzare il valore specifico ( $Q_{355s}$ ), il contributo [l/s] concesso dall'unità [km<sup>2</sup>] di superficie di bacino [l/s/km<sup>2</sup>].

- RIng** - **Regime Idrologico nivoglaciale**; con unico minimo invernale (gennaio - febbraio) e unico massimo estivo (giugno - luglio) fortemente condizionato dal regime termico responsabile dell'ablazione dei ghiacci nelle fasce altimetriche superiori del bacino (> LCsp); presente in tutta l'area Z1, in particolare nelle testate dei bacini;
- RInp** - **Regime Idrologico nivopluviale**; il regime dei deflussi risponde a quello degli afflussi, ma con i primi che si mantengono elevati anche all'inizio dell'estate, fino a superare le quantità di acqua meteorica per il contributo delle nevi accumulate nell'inverno; tale effetto perdura tanto più a lungo (anche fino a tarda estate) tanto più elevate sono le fasce altimetriche superiori (almeno per > LC0y); presente in tutta l'area Z1, esclusivamente nelle testate dei più elevati bacini della Z2.1 (soprattutto nella sua porzione più occidentale) e delle Z2.2 e Z3 (soprattutto intorno al massiccio del Gran Sasso);
- RIpc** - **Regime Idrologico pluviale continentale**; il regime idrologico segue un andamento parallelo a quello delle precipitazioni di tipo continentale; pertanto con un minimo principale invernale, e con minimo secondario estivo piuttosto elevato; caratterizza soprattutto la Z1.3, in particolare a valle dei regimi RIng e RInp quando presenti e soprattutto nell'area di pianura;
- RIpe/1** - **Regime Idrologico pluviale con minimo estivo**; regime idrologico condizionato da quello pluviometrico sublitoraneo (RPps); la minima portata specifica estiva difficilmente è inferiore a 2 L/s/km<sup>2</sup>; interessa le aree di bassa altitudine della Z1, soprattutto nelle aree occidentale (Z1.1) e centrale (Z1.2); è anche presente nella fascia montana superiore (soprattutto occidentale) della Z2.1 e nella zona del massiccio del Gran Sasso; è esclusa la zona A;
- RIpe/2** - **Regime Idrologico pluviale con forte minimo estivo**; regime idrologico condizionato da quelli pluviometrici appenninici (RPap ed RPac); la minima specifica estiva è inferiore a 2 L/s/km<sup>2</sup> (ed anche meno nei bacini piccoli e medi con scarso sviluppo delle fasce altimetriche superiori); interessa la fascia pedemontana e di pianura delle Z2 e Z3.

#### 4 - DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE AMBIENTALI

La classificazione delle tipologie fluviali (**Tp**) è essenziale ai fini della determinazione della qualità delle comunità ittiche, così come fondamentale è la scelta dei parametri ambientali da utilizzare per la classificazione stessa. Non è possibile operare delle distinzioni nette e precise; si tratta infatti di distinguere insiemi complessi di fattori fisici e biologici che spesso tendono a sfuggire rispetto a rigide schematizzazioni. La classificazione proposta nel seguito va considerata con grande cautela, accettando, come ineludibile, una certa soggettività degli ittiologi nell'interpretare le condizioni ambientali generali osservabili in fase di campionamento.

- A** (**tipologia Alpina** - temperature massime estive < 12 °C). *Corsi d'acqua esclusivamente dell'area di pertinenza alpina (Z1)* sulle testate dei principali bacini, generalmente con superfici dei bacini sottesi inferiori a 100 km<sup>2</sup> o affluenti dei corsi d'acqua delle principali vallate alpine. Il regime idrologico è nivoglaciale o nivopluviale (a seconda delle estensioni delle fasce altimetriche prossime o superiori al limite climatico delle nevi persistenti), in qualche raro caso anche pluviale. La portata di magra normale è invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 L/s/km<sup>2</sup>. Torrenti di alta montagna e porzioni superiori e mediane degli affluenti dei corpi idrici principali delle maggiori vallate alpine, caratterizzati da elevate pendenze (fino anche a superare il 10 %) con granulometria degli alvei costituita da ghiaia grossolana, massi e roccia in posto, con netta prevalenza dell'erosione sui processi sedimentari. Possono appartenere a questa categoria torrenti della fascia prealpina o di alta collina, con altitudine massima del bacino sotteso compresa tra i limiti climatici dello zero termico medio di gennaio e dello zero termico medio del trimestre invernale, su versanti acclivi e con elevata copertura vegetale in grado di garantire una buona ombreggiatura che limita il riscaldamento estivo delle acque. I valori medi annui assoluti delle portate idriche sono limitate, per le ridotte dimensioni dei bacini sottesi, a 2 ÷ 3 m<sup>3</sup>/s e con portate di magra intorno a poche centinaia di L/s, ma anche decisamente minori. Le portate sono ridotte a qualche L/s per i più piccoli torrenti, alimentati da versanti collinari e pedemontani caratterizzati da minori potenzialità idriche che, nelle fasi di magra più pronunciata, garantiscono appena la presenza dell'acqua. Ambienti in condizioni limiti per la sopravvivenza di fauna acquatica: acque naturalmente torbide e molto fredde anche in estate per i torrenti alimentati dai nevai e dai ghiacci, pendenze talora molto elevate costituenti ambiti invalicabili per gli spostamenti longitudinali dei pesci, forti variazioni di portata. La comunità

ittica naturale (attesa) è povera di specie o costituita da salmonidi accompagnati dallo scazzone; oppure assente, anche in mancanza di alterazioni, soprattutto nei più piccoli torrenti alle più elevate altitudini, fortemente limitati dalle condizioni climatiche o in corsi d'acqua minori caratterizzati da notevoli pendenze e da salti invalicabili per i pesci; in tali situazioni la presenza di comunità ittiche potrebbe essere conseguenza di immissioni. In qualche caso potrebbero risultare presenti, con popolazioni esigue, altre specie di accompagnamento (es. vairone), spesso in ambienti di dubbia classificazione in zona A. Per tali ambienti si ritiene non applicabile qualunque metodo di valutazione di stato delle comunità ittiche, soprattutto se finalizzato a fornire indicazioni sulla qualità dell'acqua o, più in generale, sullo stato ecologico dei corsi d'acqua.

**S** (**tipologia Salmonicola** - temperature massime estive  $15 \div 18$  °C). *Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina (Z1)* generalmente con superfici dei bacini sottesi superiori a  $100 \text{ km}^2$ , costituenti i corpi idrici principali delle porzioni mediana e terminale delle vallate alpine fino anche allo sbocco in pianura e dei tratti terminali dei loro più importanti affluenti. Il regime idrologico è nivoglaciale o nivopluviale o di transizione con quello pluviale, quasi mai francamente pluviale. La portata di magra normale è invernale, con valori specifici raramente inferiori a  $4 \text{ L/s/km}^2$ . Alvei con pendenza difficilmente superiore al 10 %; raramente sono riscontrabili salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente è grossolana, accompagnata da massi, più raramente con roccia in posto, mentre compaiono alcuni banchi di ghiaia fine. I bacini sottesi presentano una buona porzione di fasce altimetriche elevate, con climi rigidi; i processi evapotraspirativi sono modesti e ciò, unitamente all'incremento delle precipitazioni che solitamente caratterizza le zone montuose, comporta maggiori potenzialità idriche. Pertanto si hanno buone portate, con valori medi annui che comunque difficilmente superano i  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , mentre le portate di magra raramente scendono sotto i  $300 \text{ L/s}$ . Nella maggior parte dei casi sono i tratti fluviali posti a valle delle zone alpine (A), ma l'individuazione dell'ambito di passaggio tra le due zone può risultare poco agevole. Solitamente la zona S sottende bacini con fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale. Se queste sono poco estese (ma almeno costituenti il 25 % circa del bacino) il limite superiore della S, in assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna, potrebbe estendersi anche ad altitudini significativamente superiori a  $1.000 \text{ m}$ , relegando decisamente la zona A alle aree prossime alle sorgenti. Con ampie superfici superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo e soprattutto quando l'altitudine massima del bacino è superiore al limite climatico delle nevi persistenti, il limite della zona S potrebbe scendere di alcune centinaia di metri. Tale fenomeno risulta evidente nei corsi d'acqua con regime nivoglaciale (es. bacini della Dora Baltea, Alto Sesia, Toce, Adige,...). Sono ambienti generalmente più produttivi e con una fauna ittica più diversificata rispetto alla precedente tipologia.

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica (Z2 e Z3)* sulle testate dei principali bacini, generalmente con superfici dei bacini sottesi inferiori a  $100 \text{ km}^2$ , con regime idrologico di transizione tra il pluviale ed il nivopluviale, assai raramente di tipo francamente nivopluviale quando le altitudini massime sono prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale. Possono costituire ambienti classificabili in zona S, seppure caratterizzati da regimi idrologici francamente pluviali, anche i tratti fluviali immediatamente a valle di alcuni dei suddetti corpi idrici principali, quindi con superfici dei bacini sottesi superiori a  $100 \text{ km}^2$  (compresi i loro affluenti), quando impostati su versanti acclivi e ben ombreggiati per la buona copertura forestale, comunque generalmente a quote superiori al limite dello zero termico medio di gennaio. Nei corsi d'acqua principali gli alvei sono interessati prevalentemente da erosione, con pendenze intorno al  $5 \div 10$  %, con dominanza di ghiaia grossolana e media, accompagnata da massi e talora da roccia in posto. Gli affluenti hanno pendenze più accentuate (fino al  $10 \div 20$  %), esercitano una forte erosione ed hanno alvei caratterizzati da materiale grossolano, fino a frequenti massi e roccia in posto. Le portate medie annue raramente superano i  $2 \div 3 \text{ m}^3/\text{s}$ , con minime annue invernali di poche decine di  $\text{L/s}$  in corrispondenza dei tratti spiccatamente montani e minime annue estive verso valle di poco superiori e caratterizzate da contributi di  $2 \div 3 \text{ L/s/km}^2$ . Sono ambienti con forti limiti ambientali, quali un'ampia variabilità del regime idrologico e scarse potenzialità idriche dei bacini sottesi in fase di magra. Ciò comporta una scarsa diversificazione biologica in termini di composizione in specie. La comunità ittica, in Z2 ed in particolare verso Est, può risultare anche assente, soprattutto nei più piccoli torrenti alle più elevate altitudini, caratterizzati da notevoli pendenze e da salti invalicabili; in tali situazioni la presenza di comunità ittiche potrebbe essere conseguenza di immissioni, soprattutto con trote fario; per tali ambienti si ritiene non applicabile qualunque metodo di valutazione di stato delle comunità ittiche, soprattutto se finalizzato a fornire indicazioni sulla qualità dell'acqua o, più in

generale, sullo stato ecologico dei corsi d'acqua. In ogni caso tale tipologia è molto rara in Z2, tanto che potrebbe essere considerata assente. In Z3 tale tipologia ambientale è abbastanza ben rappresentata, connessa con bacini di dimensioni sufficienti ad alimentare regimi idrologici significativi e quindi con comunità ittiche naturali, seppure poco diversificate in termini di specie.

**M/Cs (tipologie Mista/Ciprinicola superiore - temperature massime estive  $18 \div 22$  °C).** *Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina (Z1)* generalmente con superfici dei bacini imbriferi sottesi superiori a  $300 \div 400$  km<sup>2</sup>, costituenti i corpi idrici principali significativamente a valle dello sbocco delle vallate alpine in pianura. Il regime idrologico è nivopluviale, raramente nivoglaciale o di transizione con quello pluviale, quasi mai francamente pluviale. Portata di magra normale invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 L/s/km<sup>2</sup>. Alvei con pendenze mediamente nell'intervallo  $2 \div 5$  %, con assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. Granulometria prevalente costituita da ghiaia, soprattutto media ed in minor parte grossolana, da rari massi, e roccia in posto assente, insieme a vasti banchi di ghiaia fine e di sabbia; rare le granulometrie più fini. I bacini sottesi, analogamente alle zone S, presentano una significativa porzione di fasce altimetriche elevate, caratterizzate da buone potenzialità idriche. Tenuto conto della maggiore estensione dei bacini si hanno portate relativamente elevate, con valori medi annui che possono superare i 20 m<sup>3</sup>/s, mentre quelli assoluti di magra raramente scendono sotto i 1.000 L/s. Nei bacini meno estesi e con altitudini massime inferiori al limite climatico dello zero termico medio annuo ed in assenza di regimi idrologici di tipo nivoglaciale in testata, la tipologia superiore è generalmente una zona S ed il passaggio alla zona mista si colloca, grosso modo, nella fascia pedemontana ( $200 \div 500$  m s.l.m.), comunque sotto il limite climatico delle zero termico medio di gennaio. Nei bacini più estesi e con altitudini massime superiori al limite dello zero termico medio annuo ed ancor più in quelli con altitudine massima superiore al limite climatico delle nevi persistenti e con regimi idrologici nivoglaciali almeno in testata, sono superiormente presenti entrambe le zone A ed S. Le elevate portate e l'origine in quota di buona parte dei deflussi comporta temperature più basse e maggiore turbolenza delle acque anche verso valle; pertanto il passaggio alla zona mista si sposta verso l'alta pianura, talora anche sotto i 200 m s.l.m. In taluni casi (es. Dora Baltea) le fasce altimetriche poste sopra il limite di 3.100 m s.l.m. sono molto estese ed il regime si mantiene con una tipologia nivoglaciale anche in pianura, tanto che la zona mista risulta molto "compressa" verso valle, anche fino a risultare assente. Nella maggior parte dei casi sono tratti fluviali a valle delle zone salmonicole, pertanto denominati zone miste (M). Invece i corsi d'acqua con bacini interamente o in buona parte, impostati in fasce altimetriche inferiori al limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio e/o con altitudine massima inferiore al limite climatico dello zero termico del trimestre invernale, con regime idrologico pluviale, non classificabili in S per condizioni evidentemente adatte ai ciprinidi reofili e nei quali l'eventuale presenza di salmonidi è sostenuta da immissioni ed in mancanza delle tipologie A ed S a monte, sono classificabili come zone ciprinicole superiori.

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica (Z2 e Z3)* nelle medie vallate dei principali bacini, generalmente in ambienti posti sotto il limite dello zero termico medio di gennaio e con regime idrologico francamente pluviale, ma con portata specifica di magra normale estiva pari o superiore a 2 L/s/km<sup>2</sup> verso Nord o anche ad 1,5 L/s/km<sup>2</sup> nell'Appennino centrale. Nei bacini con apprezzabili estensioni areali delle fasce altimetriche prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale il passaggio dalla zona S alla zona M può risultare inferiore al limite succitato, fino anche a  $300 \div 500$  m s.l.m. Nelle porzioni superiori dei bacini con fasce altimetriche elevate meno estese, ma con altitudine massima almeno superiore al limite climatico dello zero termico di gennaio, risulta assente la zona S e la classificazione in zona M può interessare tutto il reticolo idrografico. Le portate medie annue sono variabili in funzione dell'estensione dei bacini sottesi, caratterizzate da valori specifici relativamente elevati per l'abbondanza delle precipitazioni tardo autunnali ed invernali. Il regime pluviometrico presenta uno spiccato minimo estivo; mancano i contributi dei serbatoi nivali che viceversa caratterizzano i bacini alpini impostati su fasce altimetriche ben più elevate. Di conseguenza il minimo idrologico è estivo, ma con portate specifiche di magra normale raramente inferiori a 2 L/s/km<sup>2</sup> sul versante padano e a 1,5 L/s/km<sup>2</sup> verso Sud. Tale situazione idrologica consente comunque deflussi estivi sufficienti ed il mantenimento di condizioni idrauliche idonee ad organismi reofili. Le pendenze rimangono relativamente elevate, intorno a  $2 \div 5$  % (talora anche leggermente inferiori) e si hanno alternanze di situazioni di erosione e di depositi insieme ad una accentuata diversificazione dei materiali litoidi; si possono rinvenire brevi tratti con fondali profondi con roccia in posto, zone con ghiaie talora



grossolane e addirittura con massi ed altre zone dominate da materiali con granulometrie decisamente più fini, fino alla sabbia, ma raramente pelitici. La tipologia mista (M) vera e propria è praticamente assente in Z2 (essendo poco o nulla rappresentata quella salmonicola), sostituita dalla ciprinicola superiore. In Z3 la tipologia mista è invece ben rappresentata nei bacini sufficientemente estesi e con presenza a monte della tipologia salmonicola (S); nei bacini più piccoli, soprattutto in assenza di porzioni altimetriche elevate e della tipologia salmonicola essa è sostituita dalla ciprinicola superiore.

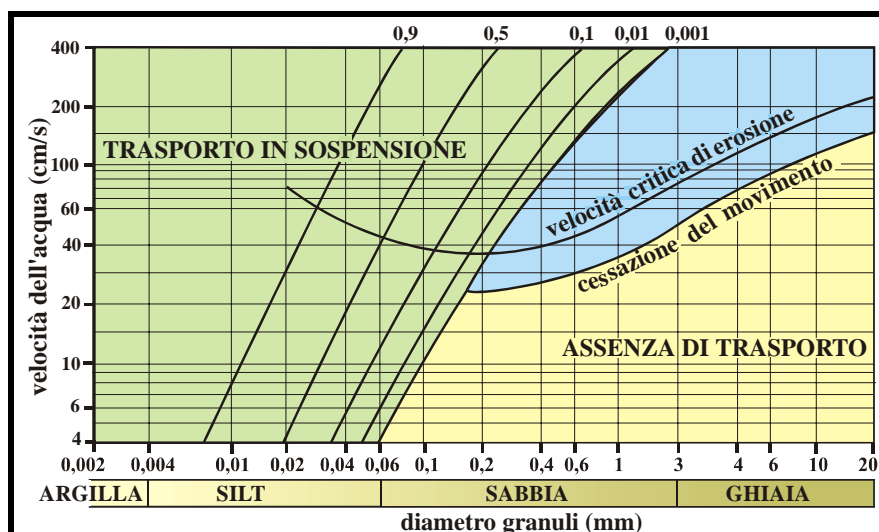
**Ci** (**tipologia Ciprinicola inferiore** - temperature massime estive fino a 25 °C). *Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina (Z1)* con superfici dei bacini imbriferi molto variabili, talora costituenti i tratti terminali e di limitata lunghezza dei principali tributari del Po e dell'alto Adriatico ed a valle delle zone S e soprattutto M o Cs. Possono anche costituire tratti fluviali molto più estesi quando alimentati da bacini di grandi dimensioni che, pur presentando fasce altimetriche elevate, quindi caratterizzati superiormente da regimi nivopluviali o addirittura nivoglaciali in testata, sono anche costituiti da ampie superfici sotto il limite climatico dello zero termico medio di gennaio; sono tipici esempi i fiumi Po e Sesia. In altri casi costituiscono quasi l'intero reticolo idrografico dei bacini collinari e/o impostati su fasce altimetriche tipicamente di pianura. Il regime idrologico è tipicamente pluviale, in qualche raro caso di transizione con il nivopluviale. Per questa tipologia ambientale la portata di magra normale è estiva, con valori specifici comunque non inferiori a 2 L/s/km<sup>2</sup>. Alvei caratterizzati da pendenze inferiori al 2 %, con assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente è costituita da ghiaia (soprattutto fine/media quando presente) e da vasti banchi di sabbia e/o di peliti. Sono ambienti generalmente caratterizzati da una elevata produttività e da una fauna ittica ben diversificata.

*Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica (Z2 e Z3)* nelle aree di pianura, solitamente a quote inferiori a 200 m s.l.m., a valle delle tipologie Cs in Z2 ed in Z3 e delle tipologie M in Z3 quando alimentati da bacini con estese fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio di gennaio o con altitudini massime prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale. I reticoli idrografici alimentati da bacini con altitudini massime inferiori a quello dello zero termico di gennaio sono interamente classificabili nella zona Ci. Anche per questi ambienti le portate medie annue sono assai variabili in funzione delle estensioni dei bacini sottesi, ma ciò che più interessa è il regime medio, caratterizzato da forti magre estive, con valori specifici anche significativamente inferiori a 2 L/s/km<sup>2</sup> (fino a meno di 0,5 L/s/km<sup>2</sup> verso Sud), spesso su ampi letti fluviali dominati da materiali prevalentemente pelitici, con qualche banco di sabbia e qualche ghiareto, per la modesta pendenza (< 1 %). I più piccoli corsi d'acqua di origine collinare presentano granulometrie dei fondali più grossolane e pendenze più accentuate, ma la magra estiva rimane il maggiore fattore limitante, accentuato dalle minori superfici dei bacini sottesi.

Dalle descrizione sopra riportate risulta evidente l'importanza della granulometria degli alvei fluviali nella caratterizzazione delle tipologie ambientali. Essa è in relazione con i processi erosione/sedimentazione legati alla velocità del flusso idrico e quindi alla pendenza dell'alveo stesso. FORNERIS *et al.* (2005b) hanno proposto una semplificazione del sistema classificativo dei clasti dei sedimenti (**appendice uno**) a partire da quanto riportato nella letteratura geologica (**tab. 4**). Nonostante le esperienze acquisite nell'ambito dei campionamenti relativi all'ittiofauna, spesso effettuati con la compilazione di schede riportanti le coperture percentuali dei materiali in funzione delle granulometrie, è difficile proporre relazioni semplici e dirette tra la composizione del substrato/pendenza e tipologie ambientali definite sulla base delle cenosi acquatiche. O meglio è possibile, ma a condizione di prevedere schemi a maglie molto grandi, in grado di fornire risultati utili, ma insufficienti, da soli, a caratterizzare un ecosistema fluviale; essi vanno considerati con cautela e confrontati con altri parametri, descrittori degli ambienti fluviali.

Conviene ricorrere a rappresentazioni grafiche, come quella in **fig. 5**. Individuato un tratto fluviale sufficientemente esteso e rappresentativo, si procede con una valutazione a stima delle percentuali delle classi granulometriche in alveo. Quindi si individua sul diagramma l'ambito più simile a quello rilevato, per ricavare la/e tipologia/e ambientale/i verificandone la corrispondenza con i relativi intervalli dei valori di pendenza, questa valutata, per esempio, secondo i criteri suggeriti da FORNERIS *et al.* (2005b). In presenza di sola pelite o accompagnata da minori % di sabbia, l'unica tipologia possibile è quella ciprinicola (C); in assenza di granulometrie inferiori alla roccia in posto e massi, la tipologia possibile è quella alpina (A). In altri casi si possono associare più di una zona ittica. Con abbondanza di ghiaia, accompagnata da banchi di sabbia e da rari depositi di pelite, sono possibili le zone S, M/Cs (più probabile) ed anche Ci; una pendenza  $K < 3$  % può escludere la zona S; nel caso di un grande bacino è più probabile

la zona Cs/Ci; tuttavia potrebbero rimanere dei dubbi; in tal caso rimane da valutare, quale parametro “definitivo”, la comunità ittica, quando non eccessivamente alterata dalla presenza di specie esotiche.



**Tab. 4** - Relazione tra velocità dell'acqua e granulometria del detrito alluvionale. La curva della **velocità critica di erosione** indica quella minima per l'inizio della movimentazione del materiale di fondo. Essa è più facile con granulometrie intorno a 0,2 mm rispetto a granuli più piccoli, fra loro legati da maggior coesione. Una volta che il materiale è in movimento è sufficiente una velocità inferiore affinché avvenga la **cessazione del movimento**. I valori sulla parte superiore del diagramma si riferiscono alle curve della *concentrazione relativa del trasporto solido*, rapporto tra la torbidità a profondità media e quella sul fondo.

Classificazione delle categorie granulometriche e dei microhabitat minerali (da: BUFFAGNI, ERBA, 2007; BUFFAGNI *et al.* 2007) in funzione delle dimensioni dei grani.

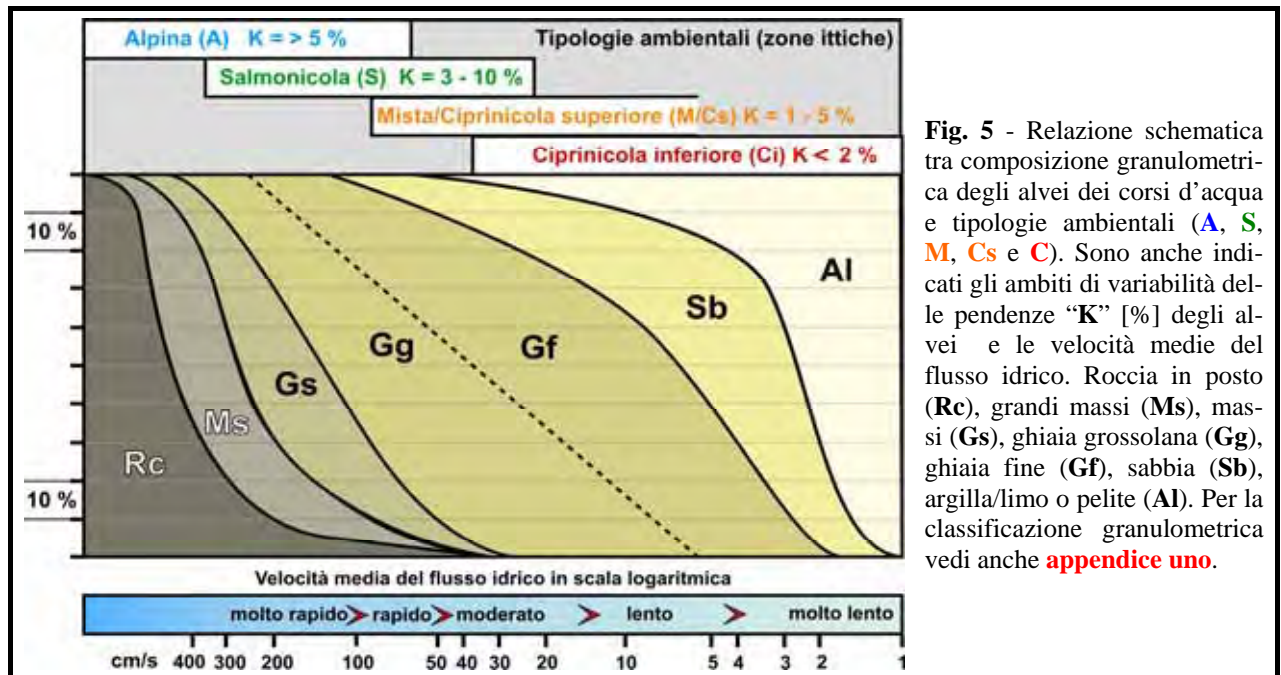
velocità acqua [cm/s]	classificazione dei grani	dimensioni dei grani [mm]		Microhabitat	
molto rapida (> 100)	Grandi massi	> 1.000		> 400	Megalithal <b>MGL</b>
	Ghiaia con massi	256÷1.000		~250÷400	Macrolithal <b>MAC</b>
rapida (61÷100)	Ghiaia - ciottoli grossolani	64÷256		~60÷250	Mesolithal <b>MES</b>
moderata (31÷60)	Ghiaia - ciottoli medi	4÷64		~20÷60	Microlithal <b>MIC</b>
	Ghiaia - ciottoli piccoli	2÷4		2÷20	Ghiaia <b>GHI</b>
lenta (6÷30)	Sabbia molto grossolana	1÷2		2÷0,06	Sabbia <b>SAB</b>
	Sabbia grossolana	0,5÷1 (1/2÷1/1)			
	Sabbia media	0,25÷0,5 (1/4÷1/2)			
	Sabbia fine	0,125÷0,25 (1/8÷1/4)			
molto lenta (0÷5)	Sabbia molto fine	0,0625÷0,125 (1/16÷1/8)		< 0,06	Pelite <b>ARG</b>
	Silt grossolano	0,0312÷0,0625 (1/32÷1/16)			
	Silt medio	0,0156÷0,0312 (1/64÷1/32)			
	Silt fine	0,0078÷0,0156 (1/128÷1/64)			
	Silt molto fine	0,0039÷0,0078 (1/256÷1/128)			
	Argilla	< 0,0078 (< 1/256)			
	Roccia in posto			Igropetrico	<b>IGR</b>
	Artificiale				<b>ART</b>

Classificazione dei microhabitat biotici (da: BUFFAGNI, ERBA, 2007 e da BUFFAGNI *et al.* 2007).

Alghe (diatomee e altre alghe formanti feltri perfitici)	<b>AL</b>	Parti vive di piante terrestri (radici sommerse di vegetazione riparia)	<b>TP</b>	FPOM (materiale organico particellato fine)	<b>FP</b>
Macrofite sommerse (piante acquatiche; anche muschi, caracee,...)	<b>SO</b>	Xyal (legno; materiale legnoso grossolano con diametro > 10 cm; rami, radici, legno)	<b>XY</b>	Film batterici (funghi, solfobatteri,.. depositi ricchi di carbonio)	<b>BA</b>
Macrofite emergenti (piante acquatiche radicate in alveo)	<b>EM</b>	CPOM (materiale organico grossolano; rametti foglie)	<b>Cp</b>		

Occorre molta prudenza nell'assegnare un significato importante allo “spettro” granulometrico. Alcuni corsi d'acqua appenninici, soprattutto nelle aree con rilievi che si affacciano direttamente sul mare, giungono alla foce in ambienti climaticamente “caldi”, con temperature massime estive relativamente elevate, adatte a faune limnofile. Ma la caratterizzazione di tali ambienti potrebbe portare ad individuare

ambienti di tipo M o addirittura S; infatti tali corsi d'acqua scorrono in alvei ripidi, con processi erosivi ancora nettamente prevalenti, con dominanza di ghiaie grossolane e anche di massi o addirittura con banchi di roccia in posto. In questi casi, come quasi sempre, rimane fondamentale la verifica mediante l'analisi di altri elementi (es. l'altitudine; **tab. 5**) e soprattutto della comunità ittica.



**Fig. 5** - Relazione schematica tra composizione granulometrica degli alvei dei corsi d'acqua e tipologie ambientali (A, S, M, Cs e C). Sono anche indicati gli ambiti di variabilità delle pendenze "K" [%] degli alvei e le velocità medie del flusso idrico. Roccia in posto (Rc), grandi massi (Ms), massi (Gs), ghiaia grossolana (Gg), ghiaia fine (Gf), sabbia (Sb), argilla/limo o pelite (Al). Per la classificazione granulometrica vedi anche **appendice uno**.

**Tab. 5** - Collocazione delle diverse tipologie ambientali (o zone A, S, M, Cs e Ci) in funzione del valore dell'altitudine della sezione ( $H_{sez}$ ) rappresentativa del tratto fluviale di interesse e di quella massima ( $H_{max}$ ) del bacino sotteso nell'ambito dei limiti climatici altitudinali (LC; cfr. **tab. 3**).

$H_{max}$	$> LC_{sp}$	Alpina	Alpina	Alpina	Alpina Salmonicola	Salmonicola Mista Ciprinicola sup.
	$LC_{sp} \div LC_{0y}$	-	Alpina	Alpina	Alpina Salmonicola	Salmonicola Mista Ciprinicola sup.
	$LC_{0y} \div LC_{0w}$	-	-	Alpina Salmonicola	Alpina Salmonicola Mista	Ciprinicola sup. Ciprinicola inf.
	$LC_{0w} \div LC_{0j}$	-	-	-	Salmonicola Mista o Ciprinicola sup.	Ciprinicola sup. Ciprinicola inf.
	$< LC_{0j}$	-	-	-	-	Ciprinicola inf.
	$> LC_{sp}$	$LC_{sp} \div LC_{0y}$	$LC_{0y} \div LC_{0w}$	$LC_{0w} \div LC_{0j}$	$< LC_{0j}$	
	$H_{sez}$					

## 5 - COMUNITÀ ITTICHE DI RIFERIMENTO

Un qualunque indice di valutazione dello stato di una data cenosi si basa sul confronto tra quella effettivamente rilevata in fase di campionamento con quella attesa (*comunità di riferimento*) per una determinata tipologia ambientale nell'ambito dell'areale idro-geografico in cui essa è compresa. Ciò vale anche per l'ittiofauna; pertanto è importante definire le comunità tipiche potenzialmente riscontrabili nelle diverse zone (tipologie A, S, M, Cs e Ci) descritte nel precedente capitolo nell'ambito delle diverse aree e

sub-aree (Z) individuate nei distretti padano veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl) e descritte nel capitolo terzo (fig. 1).

Merita precisare comunque che le zone e le aree e sub-aree sono individuate non soltanto mediante criteri geografici, geomorfologici ed idrologici, ma anche in funzione degli areali di distribuzione originari delle diverse specie ittiche (cfr. carte in FORNERIS *et al.*, 2006c). La **tab. 6** mette in evidenza le analogie e le differenze tra i gruppi delle specie più rappresentative (**AUr**) nei distretti e nelle principali aree.

Distretto padano-veneto (Dpv)			Distretto tosco-laziale (Dtl - Z3)
Z1 - PERTINENZA ALPINA (Z1.1, Z1.2 e Z1.3)	PERTINENZA APPENNINICA		
	Z2.1 - versante padano	Z2.2 - versante adriatico	
Anguilla	Anguilla	Anguilla	Anguilla
Alborella	Alborella		
Barbo canino	Barbo canino		
Barbo	Barbo	Barbo	Barbo
Lasca	Lasca	Lasca	
Savetta			
Gobione	Gobione		
Cavedano	Cavedano	Cavedano	Cavedano
Vairone	Vairone	Vairone	Vairone
Sanguinerola			
Triotto	Triotto		
			Rovella
Scardola	Scardola	Scardola	Scardola
Tinca	Tinca	Tinca	Tinca
Cobite	Cobite		
			Ghiozzo di ruscello
Panzarolo			
Ghiozzo padano	Ghiozzo padano	Ghiozzo padano	
			Trota macrostigma
Trota marmorata			
Temolo			
Scazzone			
<b>19 specie</b>	<b>13 specie</b>	<b>8 specie</b>	<b>9 specie</b>

La **tab. 7**, per ogni tipologia ambientale e per ciascuna area o sub-area, riporta l'elenco delle specie presenti nell'ambito degli areali di distribuzione originari e quindi considerate autoctone (**AU**), con indicazione del valore intrinseco positivo "**V**" (quello nell'ultima colonna di **tab. 2**) se riscontrabili nelle tipologie ambientali adatte alla loro biologia, evidenziando, inoltre, le specie (**AUr**) ritenute importanti per la caratterizzazione delle comunità di riferimento. Alle specie (**AL**) fuori dai loro areali di distribuzione originari e comprese quelle alloctone rispetto al territorio italiano, si assegna un valore intrinseco negativo **V = -1**.

Nelle tipologie ambientali Alpina (A) in Z1 e Salmonicola (S) in Z2 e in generale nei torrenti delle testate dei bacini appenninici, nella maggior parte dei casi, la comunità ittica di riferimento non esiste perché, in condizioni naturali, i pesci sono assenti; pertanto non è possibile per essi l'applicazione di indici di valutazione di stato basati sull'ittiofauna, sia per fini naturalistici, sia per la determinazione della qualità della risorsa idrica. La specie più frequente è *Salmo [trutta] fario* (trota fario), spesso formante comunità monospecifiche, risultato di immissioni ai fini della pesca sportiva. La consistenza e la struttura delle popolazioni di fario in tali ambienti inoltre è condizionata dai prelievi alieutici e da modalità dei ripopolamenti che "mascherano" gli effetti di eventuali fattori di alterazione degli ambienti acquatici. Infine la presenza della trota fario in un corso d'acqua, trattandosi di specie esotica, è da considerare una forma di alterazione.

La tipologia Mista "M", nell'area Z1, rappresenta i tratti dei corsi d'acqua caratterizzati dalla presenza sia delle specie tipiche della zona superiore "S" (soprattutto trota marmorata, temolo, scazzone), sia di quelle

della tipologia Ciprinicola “C” (soprattutto ciprinidi reofili). In mancanza della tipologia Salmonicola “S” a monte, come accade nell’area Z2 ed anche in alcuni bacini della Z1, il termine “mista” è quindi improprio; in tali situazioni si ritiene più corretto utilizzare l’espressione “Ciprinicola superiore” (Cs).

**Tab. 7** - Elenco delle specie ittiche con indicazione dei valori intrinseci (V), positivi per quelle entro gli areali di distribuzione originari (AU); V = -1 per quelle estranee (AL); V = 0 per quelle (A0) ai margini (accidentali) o di presenza incerta. Valori espressi in funzione delle aree e sub-aree (Z) e delle zone (S, M, Cs e Ci). Sono evidenziate (\*) le specie (AUr - sottoinsieme delle specie AU) utili ai fini dell’individuazione delle comunità di riferimento.

	Z1.1				Z1.2				Z1.3				Z2.1		Z2.2		Z3			
	S	M	Cs	Ci	S	M	Cs	Ci	S	M	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	S	M	Cs	Ci
Storione cobice	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	3	0	3	-1	-1	-1	-1
Storione comune	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	3	1	0	1	0	1	0	0	0	1
Storione ladano	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2	-1	-1	-1	-1
Anguilla	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
Agone/sheppia/alosa	0	0	0	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2
Alborella	0	3	3	3*	0	3	3	3*	0	3	3	3*	3*	3*	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Barbo canino	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3	3*	3	0	0	0	0	0	0
Barbo	2	2*	2*	2*	2	2*	2*	2*	2	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	0	2*	2*	2*
Lasca	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	-1	-1	-1	-1
Savetta	3	3*	3*	3*	3	3*	3*	3*	0	3*	3*	3*	0	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Gobione	0	1*	1*	1*	0	1*	1*	1*	0	1*	1*	1*	1*	1*	1	1	-1	-1	-1	-1
Cavedano	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	0	1*	1*	1*
Vairone	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*
Sanguinerola	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Triotto	0	3	3	3*	0	3	3	3*	0	3	3	3*	3	3*	0	0	-1	-1	-1	-1
Pigo	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	0	0	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Rovella	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	3*	3*	3*
Scardola	0	1	1	1*	0	1	1	1*	0	1	1	1*	1	1*	1	1*	0	1	1	1*
Tinca	0	1	1	1*	0	1	1	1*	0	1	1	1*	1	1*	1	1*	0	1	1	1*
Cobite	0	2*	2*	2*	0	2*	2*	2*	0	2*	2*	2*	2*	2*	2	2	0	2	2	2
Cobite mascherato	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	0	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Cobite barbatello	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bottatrice	-1	-1	-1	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Spinarello	-1	-1	-1	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	2
Cagnetta	-1	-1	-1	-1	0	2	2	2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	2	2	2
Ghiozzo di ruscello	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3	3*	3*	3*
Panzarolo	-1	-1	-1	-1	3	3*	3*	3	3	3	3	3	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Ghiozzo padano	0	3*	3*	3*	0	3*	3*	3*	0	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	-1	-1	-1	-1
Persico reale	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Luccio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Trota macrostigma	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2*	2*	2	2
Trota marmorata	3*	3*	3	3	3*	3*	3	3	3*	3*	3*	3	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Salmerino alpino	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Temolo	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1*	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Scazzone	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1*	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>AUt - tot. specie AU</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>
<b>AUrt - tot. specie AUr (*)</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Per il Carpine del Garda V = 3 nei tratti terminali degli immissari ed in quello iniziale dell’emissario del lago del Garda. Per il Carpine del Fibreno V = 3 nei tratti terminali degli immissari ed in quello iniziale dell’emissario del lago di Posta Fibreno.

In sintesi l’I.I. si può applicare ai seguenti ambienti:

- tipologia Salmonicola (S) per l’area di pertinenza alpina (Z1) e per il distretto Dtl (Z3);
- tipologia Mista (M) per l’area di pertinenza alpina (Z1) e per il distretto Dtl (Z3);
- tipologia Ciprinicola superiore (Cs) per entrambi i distretti Dpv (Z1 e Z2) e Dtl (Z3);
- tipologia Ciprinicola inferiore (Ci) per entrambi i distretti Dpv (Z1 e Z2) e Dtl (Z3).

In altri termini si escludono la tipologia Alpina (A) in Z1 e quella Salmonicola (S) in Z2; quest'ultima è confermata per la Z3 (distretto tosco-laziale), in quanto i torrenti montani del versante appenninico tirrenico sono compresi nell'areale di distribuzione naturale dell'insieme dei ceppi mediterranei della trota fario, qui considerati come *Salmo [trutta] macrostigma*. Si ritiene comunque di escludere i reticoli idrografici delle testate dei bacini in Z3, perché privi anch'essi di ittiofauna in condizioni naturali, per l'applicazione dell'I.I.

La tipologia Mista (M) viene esclusa in alcuni limitati bacini della Z1 (quindi sostituita dalla Ciprinicola superiore "Cs"), dov'è assente la Zona Salmonicola, ed in tutti quelli della Z2, dove la Zona Salmonicola è sempre assente. Questa impostazione, che prevede la non applicabilità di un qualunque metodo di valutazione di stato delle comunità ittiche nei tratti superiori dei corsi d'acqua montani, spesso popolati soltanto da salmonidi (oggetto di immissioni nella maggior parte dei casi), oltre che dagli Autori del presente manuale nelle precedenti pubblicazioni relative all'I.I., era già stata proposta da BADINO *et al.* (1992).

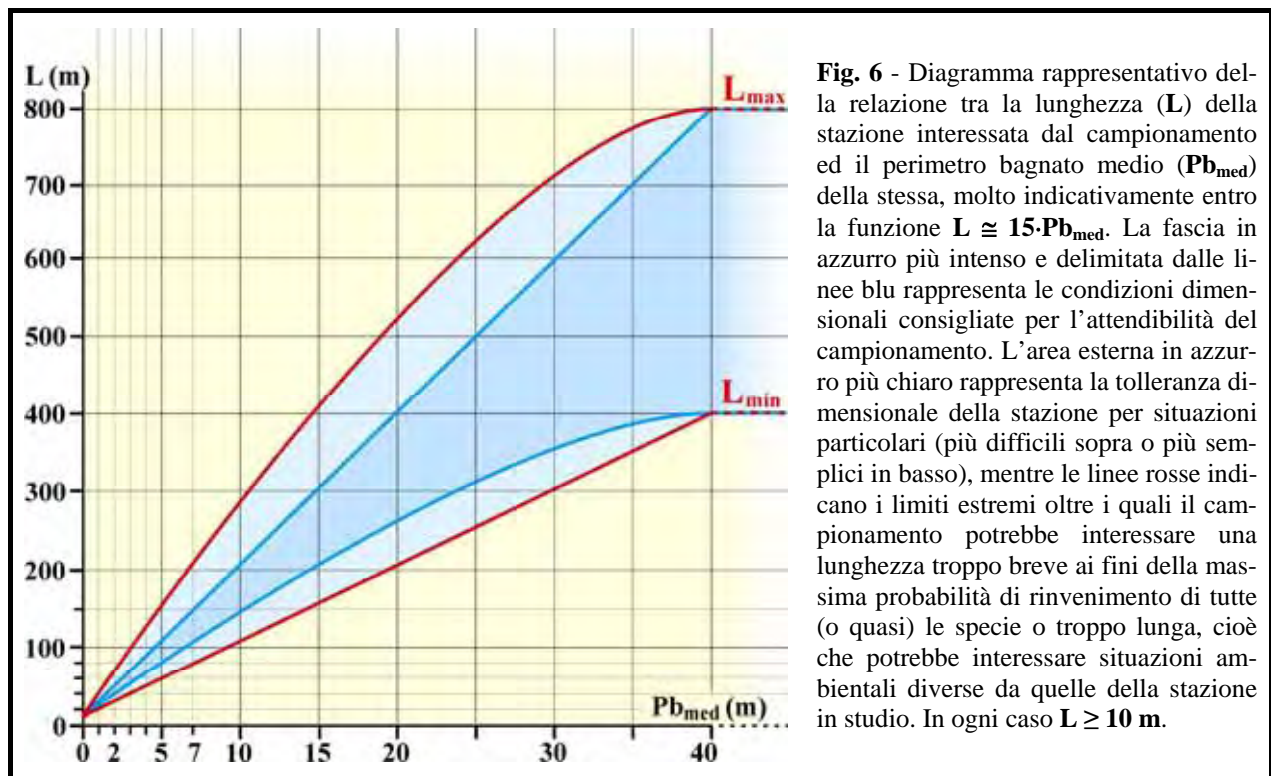
## 6 - MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI BIOLOGICHE DELLE POPOLAZIONI (Ir)

I campionamenti si effettuano soprattutto con la pesca elettrica, senza escludere reti e "visual-census". I migliori risultati si ottengono nelle situazioni di magra; non si escludono altri momenti, quando le situazioni idrologiche e termiche lo permettano. In inverno è possibile effettuare campionamenti in particolari condizioni, oggetto di giudizio degli ittiologi. I rilievi, ai fini dell'Indice Ittico, sono qualitativi e semiquantitativi, con copertura di ampie superfici sottese, con un passaggio con elettrostorditore. L'azione di pesca deve essere accurata, avendo cura di esplorare i diversi microambienti, per garantire la massima probabilità di cattura di tutte le specie presenti ed una buona attendibilità sulla stima dell'entità delle popolazioni e delle loro strutture.

I parametri relativi alle dimensioni dell'ambiente di campionamento (**appendice due**) sono la larghezza "**Pb<sub>med</sub>**" [m] e la lunghezza "**L**" [m] dell'alveo bagnato, tenendo conto dei limiti dell'azione dell'elettropesca, spesso nelle zone più accessibili presso le rive, nei fiumi di maggiore portata. Conviene stabilire dei limiti relativi alla lunghezza della stazione oggetto di campionamento; in linea di massima vale una lunghezza pari a circa 15 volte la larghezza (**fig. 6**) in funzione delle caratteristiche ambientali della stazione stessa e comunque con  $L \geq 10$  m. Non sono limiti rigorosi, in quanto molto dipende dalle condizioni del tratto fluviale oggetto di campionamento. Per un piccolo corso d'acqua con  $Pb_{med} = 4$  m, risulta una lunghezza "consigliata" della stazione  $L \cong 70 \div 90$  m. Ma in un torrente caratterizzato da scarsa portata e da profondità massime inferiori a 0,5 m, quindi con ogni sua porzione facilmente esplorabile con l'anodo e con presenza esclusiva di salmonidi (o con lo scazzone quale unica specie di accompagnamento), si può ipotizzare una lunghezza minore, pari a  $L \cong 50$  m. Nel caso in cui la corrente sia troppo veloce per la sicurezza dell'operatore e con zone troppo profonde per l'azione dell'anodo delle apparecchiature solitamente impiegate nei torrenti alpini (più leggere e più comode, ma meno potenti), potrebbe risultare necessario estendere la lunghezza della stazione anche fino al limite massimo  $L_{max} \cong 130$  m.

Nei grandi fiumi, per oggettive difficoltà dovute alla scarsa o nulla accessibilità di una o più zone entro la stazione di campionamento, anche con l'ausilio di una imbarcazione o a causa dell'inefficacia dell'azione dell'anodo in acque troppo profonde, l'area campionata potrebbe risultare una frazione rispetto a quella totale della stazione. Anche in tali casi, per incrementare la probabilità di cattura del maggior numero delle specie presenti, conviene estendere il parametro "L". In un corso d'acqua con  $Pb_{med} = 30$  m dovrebbe valere  $L = 350 \div 600$  m. In difficili condizioni di campionamento, tenuto conto che in alcune porzioni della stazione non è possibile operare, conviene considerare una lunghezza vicina al valore superiore; a volte ciò non è sufficiente e occorre andare oltre, ma non sopra il valore  $L_{max} = 700$  m o poco più.

Si ritiene poco opportuno indicare precisamente valori estremi  $L_{max}$  e  $L_{min}$ ; in fondo ciò che conta è la garanzia di cattura di tutte le specie potenzialmente presenti. In realtà occorre considerare che la  $L_{min}$  impone condizioni minime al di sotto delle quali si ipotizza uno "sforzo" di pesca insufficiente. La  $L_{max}$  è importante, in quanto non si può estendere eccessivamente il parametro di lunghezza della stazione. La **fig. 6** individua  $L \leq 800$  m anche per i più grandi fiumi. Lunghezze superiori potrebbero interessare tratti fluviali caratterizzati da ambienti diversi, rispetto ai quali potrebbe risultare utile individuare altre stazioni, in quanto "abitate" da comunità ittiche diverse.



**Fig. 6** - Diagramma rappresentativo della relazione tra la lunghezza ( $L$ ) della stazione interessata dal campionamento ed il perimetro bagnato medio ( $Pb_{med}$ ) della stessa, molto indicativamente entro la funzione  $L \approx 15 \cdot Pb_{med}$ . La fascia in azzurro più intenso e delimitata dalle linee blu rappresenta le condizioni dimensionali consigliate per l'attendibilità del campionamento. L'area esterna in azzurro più chiaro rappresenta la tolleranza dimensionale della stazione per situazioni particolari (più difficili sopra o più semplici in basso), mentre le linee rosse indicano i limiti estremi oltre i quali il campionamento potrebbe interessare una lunghezza troppo breve ai fini della massima probabilità di rinvenimento di tutte (o quasi) le specie o troppo lunga, cioè che potrebbe interessare situazioni ambientali diverse da quelle della stazione in studio. In ogni caso  $L \geq 10$  m.

Per ciascuna specie campionata occorre assegnare l'**indice di abbondanza** ( $Ia$ ), definito da un numero indicativo della consistenza numerica e da una lettera indicativa della struttura della popolazione. I criteri generali di attribuzione dell' $Ia$  sono illustrati in **tab. 8**. Il valore numerico dell'indice di abbondanza  $Ia = 1$  (specie sporadica), 2 (presente) e 3 (abbondante) si ottiene mediante la valutazione del numero di individui catturati nel tratto fluviale soggetto a campionamento secondo quanto illustrato in **tab. 9**.

<b>Tab. 8 - Indici di abbondanza delle popolazioni delle specie ittiche (<math>Ia</math>).</b>	
<b>0</b>	<b>Assente.</b> In assenza di una determinata specie, quando le condizioni ambientali presupporrebbero diversamente, occorrono verifiche a monte ed a valle, controllare la letteratura e procedere ad interviste presso i pescatori locali.
<b>1</b>	<b>Sporadica.</b> Pochissimi individui, anche un solo esemplare; consistenza demografica spesso poco significativa ai fini delle valutazioni sulla struttura di popolazione; rischi circa la capacità di automantenimento della specie.
<b>2</b>	<b>Presente.</b> Pochi individui, ma in numero probabilmente sufficiente per l'automantenimento.
<b>3</b>	<b>Abbondante.</b> Molti individui, senza risultare dominante.
<b>4</b>	<b>Molto abbondante.</b> Cattura di molti individui, spesso dominanti.
<b>a</b>	<b>a<sup>1</sup></b> Presenti almeno il 30 % di giovani (in fase pre-riproduttiva) o il 20 % di adulti (sessualmente maturi) rispetto al numero totale degli individui della popolazione.
	<b>a<sup>2</sup></b> Presenti individui giovani in netta prevalenza; gli adulti sono numericamente rappresentati per meno del 20 % della popolazione.
<b>b</b>	<b>b<sup>1</sup></b> Presenti individui adulti in netta prevalenza; i giovani sono numericamente rappresentati per meno del 30 % della popolazione.
	<b>b<sup>2</sup></b> Presenti esclusivamente individui giovani.
<b>c</b>	Presenti esclusivamente individui adulti.

Per ogni specie si ricava l'**indice di rappresentatività** ( $Ir$ ) dalla combinazione tra i valori numerici (1, 2, 3, 4; **tabb. 8 e 9**) e i giudizi sulla struttura di popolazione (a, b, c; **tab. 8**) secondo l'articolazione illustrata in **tab. 10**,

**Tab. 9** - Numero minimo di individui (N) affinché una specie possa considerarsi almeno presente (Ia = 2). Numero minimo di individui (2N) affinché una specie possa considerarsi abbondante (Ia = 3). Sono anche indicati i corrispondenti valori dell'indice Im di MOYLE-NICHOLS (1973). In **neretto** sono le **specie autoctone (AU)** per i distretti padano-veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl) considerati nel loro insieme. In **corsivo** sono le **specie alloctone (AL)**.

Specie	Ia = 2		Ia = 3	
	N	Im	2N	Im
<b>Barbo, lasca, cavedano, alborella, rovella, vairone, ghiozzo padano, alborella meridionale<sup>1</sup>.</b>	≥ 30	3	≥ 60	≥ 4
<b>Barbo canino, scardola, sanguinerola, triotto, gobione, savetta e ghiozzo di ruscello.</b>	≥ 25	3	≥ 50	≥ 4
<b>Agone/cheppia/alosa, temolo, panzarolo, cobite, lavarello, bondella, gambusia e pseudorasbora.</b>	≥ 20	2	≥ 40	≥ 3
<b>Pigo, tinca, cobite barbatello, persico reale, trote (marmorata e suoi ibridi, macrostigma, del Garda, del Fibreno, iridea e fario), salmerini alpino e di fonte), persico sole, persico trota, Ictalurus spp.<sup>2</sup>, cagnetta, scazzone, carpa, carpa erbivora, Carassius spp.<sup>3</sup>, aspigo, gardon, rodeo amaro, abramide, barbo d'oltralpe.</b>	≥ 15	2	≥ 30	≥ 3
<b>Cobite mascherato, spinarello, acerina e misgurno.</b>	≥ 8	2	≥ 15	≥ 2
<b>Anguilla, storioni (comune, cobice e ladano), bottatrice, luccio, siluro e lucioperca.</b>	≥ 5	1	≥ 8	≥ 2

1 - Specie alloctona nei distretti padano-veneto (Dpv) e tosco-laziale (Dtl).

2 - Comprende *Ictalurus melas* (pesce gatto), *Ictalurus punctatus* (pesce gatto punteggiato) e *Ictalurus nebulosus* (pesce gatto nebuloso).

3 - Comprende *Carassius carassius* (carassio) e *Carassius auratus* (pesce rosso).

N	Im
1 ÷ 2	1
3 ÷ 10	2
11 ÷ 20	3
21 ÷ 50	4
> 50	5

**Indice di abbondanza (Im)** di MOYLE-NICHOLS (1973). Esso viene valutato con una scala (1 ÷ 5) in funzione del numero (N) di individui osservati e rapportati ad un tratto fluviale di 50 m.

Valore Ir	Struttura			
	c	b	a	
Consistenza demografica	1	0,4	0,5	0,6
	2	0,5	0,6	0,8
	3	0,6	0,8	1,0

**Tab. 10** - Determinazione del valore dell'**Indice di rappresentatività (Ir)** in funzione del livello di struttura della popolazione (a ÷ c; **tab. 8**) e della consistenza demografica (1 ÷ 3; **tabb. 8 e 9**). Per Ia = 4, si assegna Ir = 1,0 indipendentemente dalla struttura. Le specie per le quali N < 15 in **tab. 9** si assegna comunque il valore Ir = 0,6 per tutti gli indici di abbondanza 1c, 1b, 2c e 2b (si escludono i valori Ir < 0,6). Per l'anguilla si indica unicamente il valore numerico Ir = 0,6 per Ia = 1, Ir = 0,8 per Ia = 2 e Ir = 1,0 per Ia = 3; analogo criterio potrebbe valere per la lampreda (*Lampetra zanandrea*).

## 7 - CALCOLO DEL VALORE DELL'I.I.

**Indice Ittico naturalistico (I.I.n).** Indicando con  $P_1 (V_1 \cdot Ir_1)$ ,  $P_2 (V_2 \cdot Ir_2)$ ,  $P_3 (V_3 \cdot Ir_3)$ ,...  $P_n (V_n \cdot Ir_n)$  i punteggi assegnati per ciascuna delle "n" specie campionate, il valore dell'Indice si ottiene dalla somma  $I.I.n = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)$ . Esso viene confrontato con quello (A<sub>Urt</sub>) che si otterrebbe nel caso della presenza, con Ir = 1, di tutte le specie A<sub>Ur</sub>, indicate con asterisco in **tab. 7** (la somma dei valori intrinseci "V" delle stesse). Si ottiene quindi la classe di qualità della comunità ittica riscontrata con il campionamento secondo lo schema riportato nella **tab. 11**. Tale indice è condizionato dalla presenza/assenza delle specie autoctone, dalla presenza di quelle alloctone quale elemento negativo e dallo stato delle rispettive popolazioni.

**Indice Ittico ambientale (I.I.a).** Indicando con  $Ir_1, Ir_2, Ir_3, \dots, Ir_N$ , gli indici di rappresentatività (determinati secondo le indicazioni in **tab. 10**) delle "N" specie A<sub>Ur</sub> rinvenute con il campionamento ed effettuandone la somma, si ottiene un valore (Nt) che può essere confrontato con quello A<sub>Urt</sub> indicato in **tab. 7** per le tipologie ambientali (Tp) nelle diverse sub-aree omogenee (Z). Il rapporto  $I.I.a = Nt/A_{Urt}$ , compreso tra 0 e 1, esprime la condizione della comunità campionata rispetto a quella di riferimento e fornisce una indicazione di stato della comunità campionata quale "anche" espressione delle condizioni ambientali dell'ecosistema fluviale. Le classi di qualità sono quindi le seguenti:



- classe prima (I) giudizio elevato  $0,80 \leq I.I.a \leq 1,00$
- classe seconda (II) giudizio buono  $0,60 \leq I.I.a \leq 0,79$
- classe terza (III) giudizio sufficiente  $0,40 \leq I.I.a \leq 0,59$
- classe quarta (IV) giudizio scarso  $0,20 \leq I.I.a \leq 0,39$
- classe quinta (V) giudizio pessimo  $0,00 \leq I.I.a \leq 0,19$

**Tab. 11** - Classi di qualità (CQ = I ÷ V) in funzione dell'Indice Ittico naturalistico (I.I.n) nelle aree e sub-aree (Z) in funzione delle Tipologie ambientali (Tp: zone Salmonicola "S", Mista "M", Ciprinicola superiore "Cs" e Ciprinicola inferiore "Ci").

Distretti, aree e sub-aree		Tp	I - Stato elevato	II - Stato buono	III - Stato sufficiente	IV - Stato scarso	V - Stato pessimo	
Dpv (Distretto padano - veneto)	Z1 (area di pertinenza alpina)	S	$\geq 8,0$	$6,0 \div 7,9$	$4,0 \div 5,9$	$2,0 \div 3,9$	$< 2,0$	
		M	$\geq 25,0$	$18,0 \div 24,9$	$12,0 \div 17,9$	$6,0 \div 11,9$	$< 6,0$	
		Cs	$\geq 20,0$	$15,0 \div 19,9$	$10,0 \div 14,9$	$5,0 \div 9,9$	$< 5,0$	
		Ci	$\geq 25,0$	$18,0 \div 24,9$	$12,0 \div 17,9$	$6,0 \div 11,9$	$< 6,0$	
	Z2 (area di pertinenza appenninica)	Z2.1 (subarea su versante padano)	Cs	$> 20,0$	$15,0 \div 19,9$	$10,0 \div 14,9$	$5,0 \div 9,9$	$< 5,0$
			Ci	$\geq 25,0$	$18,0 \div 24,9$	$12,0 \div 17,9$	$6,0 \div 11,9$	$< 6,0$
		Z2.2 (subarea su versante adriatico)	Cs	$\geq 10,0$	$7,0 \div 9,9$	$4,0 \div 6,9$	$2,0 \div 3,9$	$< 2,0$
			Ci	$\geq 15,0$	$11,0 \div 14,9$	$7,0 \div 10,9$	$3,0 \div 6,9$	$< 3,0$
Dtl (Distretto toscano - laziale)	Z3 (area di pertinenza appenninica sul versante tirrenico)	S	$\geq 4,0$	$3,0 \div 3,9$	$2,0 \div 2,9$	$1,0 \div 1,9$	$< 1,0$	
		M	$\geq 15,0$	$11,0 \div 14,9$	$7,0 \div 10,9$	$3,0 \div 6,9$	$< 3,0$	
		Cs	$\geq 12,0$	$9,0 \div 11,9$	$6,0 \div 8,9$	$3,0 \div 5,9$	$< 3,0$	
		Ci	$\geq 15,0$	$11,0 \div 14,9$	$7,0 \div 10,9$	$3,0 \div 6,9$	$< 3,0$	

L'I.I.a non tiene conto del valore intrinseco delle specie e neppure, diversamente da quanto proposto con l'ultima versione dell'ISECI (ZERUNIAN *et al.*, 2009), della distinzione di quelle di maggiore importanza ecologico-funzionale o di quelle maggiormente sensibili alle alterazioni ambientali; per tali aspetti assume caratteri abbastanza simili a quelli ipotizzati da BIANCO (1990) nella sua "proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci". ZERUNIAN *et al.* (2009), per esempio, propongono, quali specie di maggiore importanza, quelle indigene appartenenti a Salmonidi, Esocidi, Percidi ed il temolo ed inoltre attribuiscono maggior peso alle specie endemiche. Con l'I.I.a invece tutte le specie attese nella comunità di riferimento assumono identico valore. Questa scelta è stata determinata dalla rinuncia a classificare le specie in funzione di criteri relativi all'importanza ecologico-funzionale e/o al livello di sensibilità rispetto alle alterazioni ambientali. È infatti un tema molto complesso, intorno al quale stiamo lavorando da oltre un decennio, ma senza arrivare a risultati "convincenti". Siamo propensi a considerare tutte le specie autoctone di uguale importanza, perché ciascuna esercita un ruolo ben definito (e spesso non ancora del tutto conosciuto) negli ambienti acquatici e perché "tutti" i livelli trofici concorrono al mantenimento degli equilibri degli ecosistemi.

L'I.I.a non attribuisce maggiore significato alla specie endemiche, in quanto si tratta, a nostro parere, di un criterio di tipo naturalistico. Esse, per il fatto di essere presenti soltanto (o quasi) nel territorio nazionale, hanno, in genere, areali di distribuzione di limitate estensioni; ad esse quindi viene attribuito un più elevato valore del fattore "AD" nella valutazione del valore intrinseco (V) per il calcolo dell'I.I.n, in coerenza rispetto all'obbiettivo di fornire valutazioni di tipo naturalistico. Ma se si intende fornire un valore in funzione della qualità dell'ambiente acquatico, non si ritiene utile distinguere le specie endemiche dalle altre autoctone della comunità di riferimento, "tutte" più o meno condizionate dalle alterazioni ambientali.

L'I.I.a infine non considera le specie esotiche. La loro presenza è considerata negativa nell'ambito di una valutazione di tipo naturalistico ed infatti, nella procedura di calcolo dell'I.I.n, ad esse viene assegnato un valore intrinseco negativo. Ma se si intende esprimere un valore dello stato della comunità ittica quale espressione di quello dell'ecosistema acquatico, allora occorre valutare gli effetti delle eventuali alterazioni ambientali, evitando di confonderli con le cause. La fauna esotica già condiziona negativamente le specie autoctone, con conseguente riduzione delle loro popolazioni, fino anche alla loro scomparsa. Di conseguenza il confronto Nt/AUrt sarà condizionato negativamente dai diversi fattori di alterazione ambientale tra i quali "anche" la presenza di alieni.

Secondo la procedura sopra descritta l'Indice Ittico ambientale (I.I.a) si ottiene dal confronto tra la comunità ittica riscontrata in occasione del campionamento e quella di riferimento; questa a sua volta corrisponde ad un preciso elenco che presenta specie diverse a seconda dei distretti zoogeografici, delle aree, delle sub-aree e delle tipologie ambientali così come illustrato in **tab. 7**. Gli elenchi in tale tabella descrivono quindi le comunità di riferimento, ma da considerare con molta cautela, in quanto costituiscono insiemi di indicazioni di carattere molto generale.

Un'applicazione più rigorosa richiede, da parte degli ittiologi, la predisposizione di specifici elenchi di specie costituenti le comunità di riferimento, con valutazioni da effettuare caso per caso apportando, rispetto agli elenchi di carattere generale, i necessari e indispensabili aggiustamenti sulla base delle esperienze acquisite in molti anni (o decenni) di lavoro da parte degli ittiologici che hanno operato entro delimitati contesti territoriali. Le Regioni hanno predisposto le nuove reti di monitoraggio sulla base delle indicazioni del D. Lgs 152/06 (in recepimento della Direttiva 2000/60/CE); sui siti di campionamento dovranno essere valutati lo stato fisico-chimico delle acque e gli elementi di qualità biologica (EQB) tra i quali i "pesci". È importante che per ciascuno di tali siti vengano determinate le comunità di riferimento mediante valutazioni specifiche e non basate esclusivamente su indicazioni di carattere troppo generale; altrimenti si rischia di ottenere risultati poco attendibili sulla qualificazione di stato delle comunità ittiche, quasi sempre per sottostima e quindi con pregiudizio della valutazione complessiva

## **APPENDICE UNO (granulometria dei fondali)**

La descrizione della granulometria dei materiali costituenti gli alvei dei corsi d'acqua deve fare riferimento alle classificazioni proposte ed ampiamente utilizzate da altre discipline quali la geologia, l'ingegneria civile ed idraulica, le scienze forestali,... I materiali detritici sono classificati in base alle dimensioni dei clasti secondo quanto proposto in **tab. 4**. Si ritengono necessarie alcune considerazioni, allo scopo di proporre una classificazione più funzionale per la descrizione della natura granulometrica dei fondali ai fini dei campionamenti di tipo biologico, coerente rispetto alla classificazione descritta nella succitata tabella:

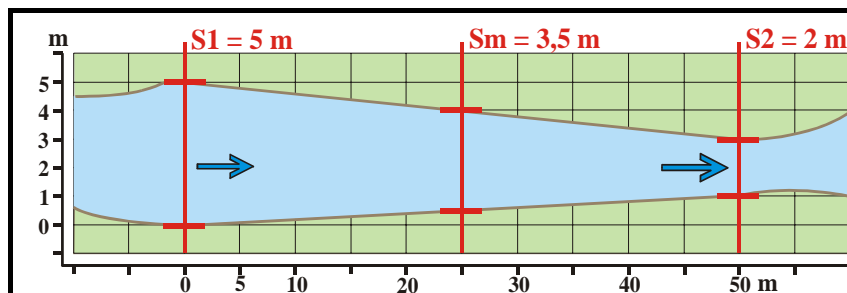
- conviene riunire in un'unica categoria le classi granulometriche "silt", "argilla" e "sabbia molto fine", considerando quindi l'unica classe "Al" (**argilla/limo** o **pelite**) con grani di dimensioni inferiori a 0,1 mm; ai fini biologici (sedimento fine) non merita operare ulteriori distinzioni; in sede di campionamento, non è possibile (neppure utile o conveniente) distinguere il silt dall'argilla e dalla sabbia fine senza attrezzature adeguate;
- conviene riunire in un'unica categoria le classi granulometriche "sabbia fine", "sabbia media", "sabbia grossolana" e "sabbia molto grossolana", considerando quindi l'unica classe "Sb" (**sabbia**) con grani di dimensioni comprese tra 0,1 e 2 mm circa; d'altra parte è già poco agevole, in certi casi, distinguere il silt grossolano o la sabbia fine dalla sabbia media;
- conviene riunire in un'unica categoria le classi granulometriche "ghiaia con ciottoli piccoli" e "ghiaia con ciottoli medi", considerando quindi l'unica classe "Gf" (**ghiaia fine**) con clasti di dimensioni comprese tra 2 mm e 60 mm circa; si tratta di una categoria facilmente distinguibile;
- si mantiene la categoria "ghiaia con ciottoli grossolani" (**ghiaia grossolana**) con dimensioni dei clasti tra 6 cm e 25 cm circa (**Gg**);
- si mantiene la categoria "ghiaia con massi" (**massi**) con dimensioni dei clasti tra 25 cm e 100 cm circa (**Gs**);
- la classificazione proposta in **fig. 4** considera la classe "ghiaia con massi" qualunque dimensioni superiori a 25 cm, ma ai fini biologici (es. rifugi per l'ittiofauna) è importante distinguere i massi di cui al precedente punto dai **grandi massi**, con dimensioni superiori al metro (**Ms**);
- conviene segnalare anche la presenza di **roccia in posto (Rc)**, cioè di porzioni di letto fluviale costituite da banchi di roccia non frammentata; si potrebbe obiettare che, in fondo, la presenza di alcuni massi di 2 ÷ 3 metri è paragonabile ad una superficie rocciosa; in realtà tra i grandi massi possono essere presenti rifugi per l'ittiofauna (soprattutto per pesci di taglia maggiore), più difficilmente rinvenibili su pareti rocciose rese lisce dall'erosione fluviale.

## **APPENDICE DUE (parametri morfometrici della stazione di campionamento)**

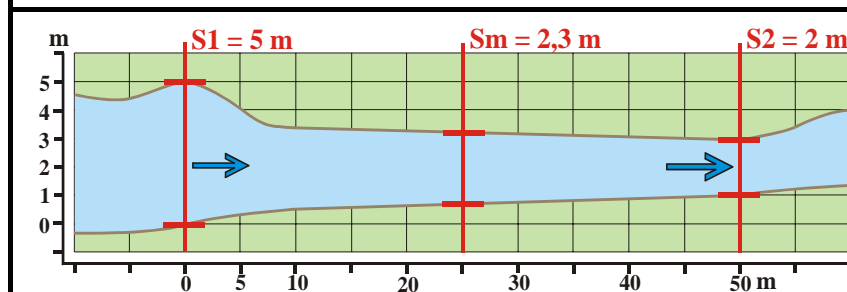
La stazione di campionamento è un tratto di corso d'acqua soggetto all'azione di cattura dei pesci, con metodologie diverse, ma mediante la pesca elettrica nella maggior parte dei casi, allo scopo minimale di rilevare la presenza, per quanto possibile, di "tutte" le specie costituenti la comunità ittica. La stazione, solitamente rappresentativa, per caratteri ambientali, di un tratto fluviale più esteso, sia verso valle, sia soprattutto verso monte (sezione di riferimento), è delimitata da due sezioni: **S1** a monte ed **S2** a valle (**fig. 7**). Quindi, con l'utilizzo di rotelle metriche o

altri sistemi per le lunghezze di aste graduate per le profondità, è possibile individuare alcune caratteristiche morfometriche ed in particolare:

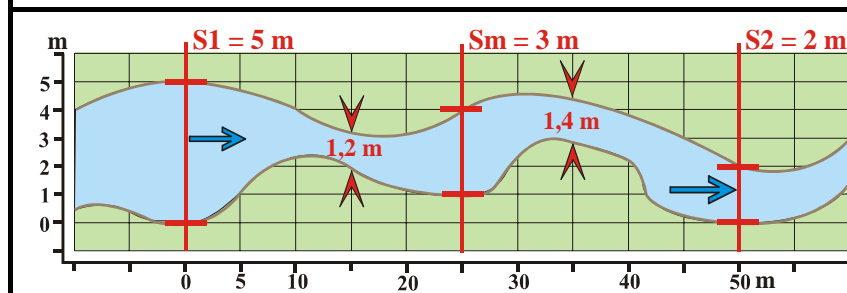
- **lunghezza della stazione (L)**; distanza [m] lungo lo sviluppo planimetrico del tratto fluviale rappresentativo della stazione, nel tratto S1÷S2;<sup>8</sup>
- **perimetro bagnato della sezione (Pb)**; larghezza [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) in corrispondenza di una determinata sezione in un punto qualunque del tratto rappresentativo della stazione e perpendicolare al flusso idrico medio;
- **perimetro bagnato massimo della stazione (Pb<sub>max</sub>)**; larghezza massima [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) in corrispondenza della sezione di massima larghezza nel tratto S1÷S2;
- **perimetro bagnato minimo della stazione (Pb<sub>min</sub>)**; larghezza minima [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) in corrispondenza della sezione di minima larghezza nel tratto S1÷S2;<sup>9</sup>
- **perimetro bagnato medio della stazione (Pb<sub>med</sub>)**; larghezza media [m] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) risultato dalla media di quattro misure del Pb, di cui due in corrispondenza delle sezioni S1 ed S2 ed altre due sezioni nelle posizioni intermedie rispetto all'intera lunghezza (L) della stazione;
- **area della stazione (As = L·Pb<sub>med</sub>)**; superficie [m<sup>2</sup>] dell'alveo bagnato (al momento del campionamento) risultato dal prodotto tra la lunghezza (L) ed il perimetro bagnato medio (Pb<sub>med</sub>);
- **percentuale area campionata (Ac)**; percentuale dell'area effettivamente campionata rispetto a quella totale della stazione;
- **Profondità massima della stazione (H<sub>max</sub>)**; valore massimo [cm] della profondità valutata (attraverso misura o stimata) su tutta l'area (As) della stazione;
- **Profondità massima area campionata (h<sub>max</sub>)** valore massimo [cm] della profondità valutata (attraverso misura) su tutta l'area campionata (Ac) della stazione;



**Fig. 7a** - La sezione, compresa tra quelle estreme S1 ed S2, presenta, da monte, una morfologia con diminuzione graduale della larghezza (Pb) di alveo bagnato. La sezione intermedia (Sm = 3,5 m) coincide con la media aritmetica tra quelle estreme e con la media effettiva (Pb<sub>med</sub>).



**Fig. 7b** - La sezione intermedia (Sm = 2,3 m) è notevolmente inferiore alla media aritmetica (3,5 m) tra quelle estreme (S1 ed S2), ma anche a quella effettiva Pb<sub>med</sub> = 3,1 m.



**Fig. 7c** - La sezione intermedia (Sm = 3 m) è significativamente inferiore alla media aritmetica (3,5 m) tra quelle estreme ed è superiore a quella effettiva Pb<sub>med</sub> = 2,3 m.

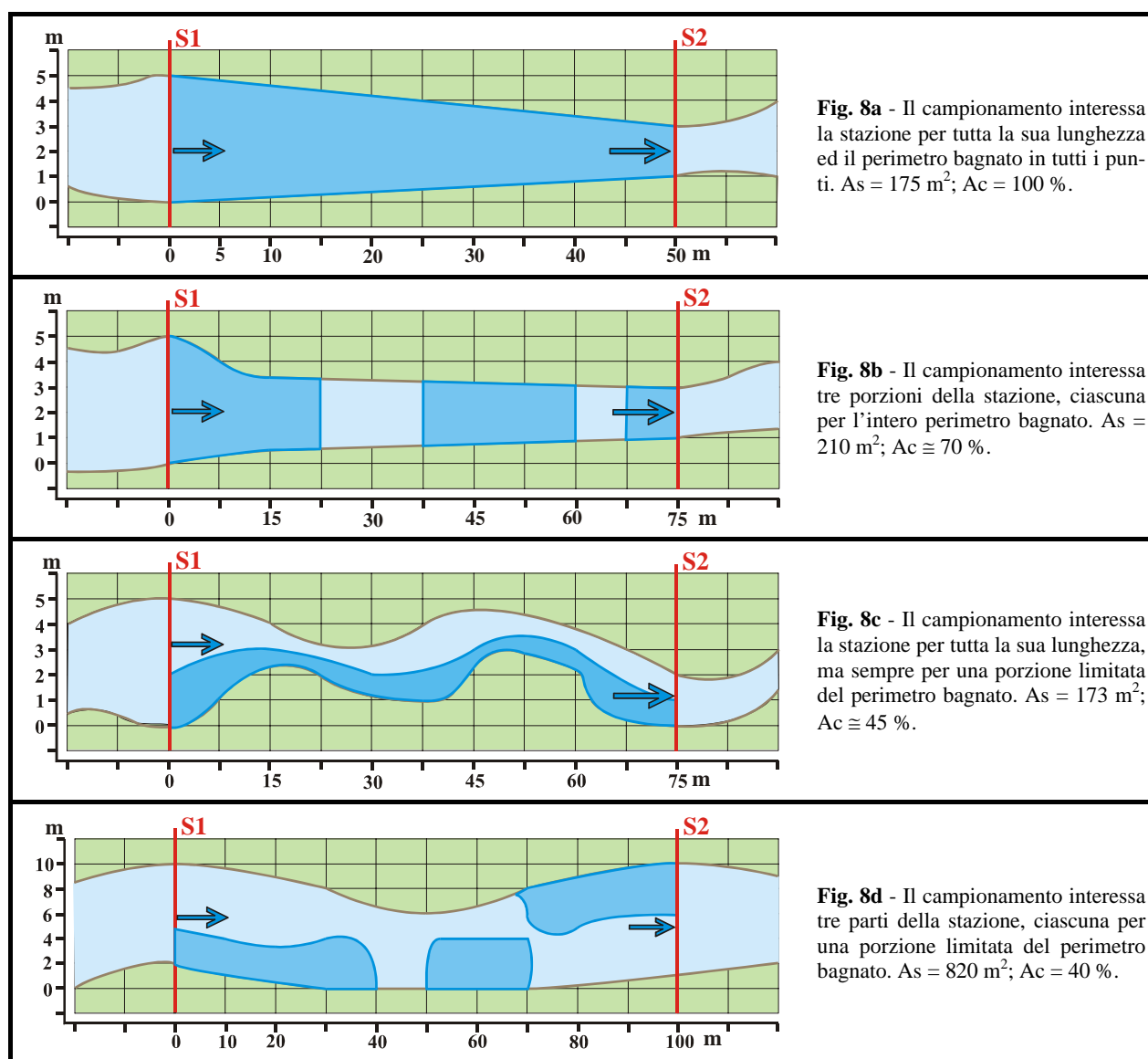
<sup>8</sup> La lunghezza della stazione **non** è la distanza in linea d'aria tra le due sezioni estreme (S1÷S2), ma occorre tenere conto della sinuosità del corso d'acqua considerato. Nel caso in cui la stazione non avesse andamento rettilineo, la lunghezza "vera" (L) andrebbe valutata quale somma delle misure di una successione di tratti omogenei. Il rapporto tra la distanza "vera" (L) e la distanza in linea d'aria (S1÷S2) è il *grado di sinuosità*, pari ad 1 se il fiume avesse andamento rettilineo e tanto maggiore di 1 quanto più il fiume è sinuoso.

<sup>9</sup> Non sono da escludere situazioni con Pb-min = 0 m. Può infatti succedere che un determinato tratto fluviale, interessato da captazioni idriche che lo prosciugano (o quasi) ed individuato come stazione, presenti zone con acqua stagnante o con flusso idrico molto limitato, alternate ad una o più zone con assenza d'acqua, in corrispondenza delle quali ovviamente la larghezza dell'alveo bagnato è nulla.

La determinazione del perimetro medio bagnato ( $Pb\text{-med}$ ), basato sulla misura in corrispondenza di almeno quattro sezioni, richiede alcune osservazioni e a questo proposito è utile fare riferimento agli esempi riportati in **fig. 7**. Nel primo caso (**fig. 7a**) la media aritmetica (3,5 m), calcolata sui due valori delle sezioni estreme (S1 ed S2), coincide con la sezione intermedia ( $S_m$ ). Tale dato, moltiplicato per la lunghezza della stazione ( $L = 50$  m) fornisce il valore dell'area della stazione ( $A_s = 175$  m<sup>2</sup>) coincidente con la realtà.

Nel secondo caso (**fig. 7b**) la media aritmetica tra le larghezze delle sezioni S1 ed S2 risulta sempre pari a 3,5 m e concide anche con la media tra le larghezze massima ( $Pb\text{-max}$ ) e minima ( $Pb\text{-min}$ ). Risulterebbe quindi un'area della stazione uguale a quella del caso precedente (175 m<sup>2</sup>); ma il dato reale è  $A_s = 140$  m<sup>2</sup>; ciò significa una sovrastima del 25 % circa. Se si procedesse al calcolo della media tra S1 (5 m),  $S_m$  (2,3 m) ed S3 (2 m), si otterrebbe il valore di 3,1 m e quindi un'area  $A_c = 155$  m<sup>2</sup>, che non è ancora il dato reale, ma almeno l'errore si riduce a meno del 10 % e quindi accettabile rispetto a quanto normalmente ci si attende in questo tipo di valutazioni.

Nel terzo caso (**fig. 7c**) la situazione risulta più complessa e più vicina alle situazioni reali. Le sezioni estreme presentano gli stessi valori di larghezza (S1 = 5 m ed S2 = 2 m) dei casi precedenti, con una sezione intermedia di 3 m. L'area reale è  $A_c = 115$  m<sup>2</sup>. La media tra le sezioni estreme (3,5 m) porterebbe all'area di 175 m<sup>2</sup>, quindi con un errore di sovrastima del 52 %. La media tra S1,  $S_m$  (3 m) ed S2 risulta pari a 3,3 m e quindi ad un'area di 167 m<sup>2</sup>, con un errore di sovrastima inferiore del 45 %, ma ancora considerevole. La media di almeno quattro valori (con due sezioni intermedie tra quelle estreme) risulta pari a 2,4 m, che porta ad un'area  $A_c = 120$  m<sup>2</sup>, un errore del 4 %, quindi ampiamente accettabile.



Molto importante è la percentuale dell'area campionata ( $A_c$ ) rispetto a quella totale ( $A_s$ ). L'area campionata è quella effettivamente oggetto dell'azione di pesca entro la stazione. La lunghezza della stazione dipende dalla necessità di ricerca di "tutte" le specie potenzialmente presenti, al fine di ottenere un quadro ben rappresentativo della comunità ittica. Ciò significa esercitare l'attività di pesca sui diversi microambienti rappresentativi di quel tratto fluviale. Nei

piccoli corsi d'acqua, facilmente campionabili in ogni loro parte, l'azione di pesca coinvolge tutta l'area della stazione ( $Ac = 100\%$ ; **fig. 8a**). In altri casi ciò non sempre è utile o possibile, per cui diventa  $Ac < 100\%$  (casi **b, c, d** della **fig. 8**).  $Ac$  è molto variabile, potendo passare dal  $100\%$  (piccoli corsi d'acqua facilmente campionabili) a valori anche inferiori al  $10\%$  per i più grandi corsi d'acqua caratterizzati da cospicue portate e con presenza di ambienti caratterizzati da vaste estensioni areali e notevoli profondità; in tali casi conviene estendere la lunghezza della stazione e, quando possibile, fare uso di imbarcazioni per le zone altrimenti impossibili da campionare a piedi.

È evidente che le indicazioni, nella scheda di campionamento, dei valori di  $Ac$  rispetto ad  $As$  e delle  $H_{max}$  e  $h_{max}$  sono molto importanti, in quanto forniscono utili informazione della rappresentatività e della efficacia del campionamento stesso, nonché delle condizioni di operatività degli ittiologi.

## AUTORI CITATI

- AUTORI VARI, 2006. *Valutazione dello stato ecologico dei sistemi lotici mediante analisi dei popolamenti ittici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE: una proposta basata sulla ricostruzione del giudizio esperto con tecniche di Intelligenza Artificiale*. Atti XI Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Treviso), 31 marzo - 1 aprile 2006. Quaderni ETP, 34/2006: 183 ÷ 194.
- BADINO G., FORNERIS G., LODI E., OSTACOLI G., 1992. *Icthyological Index, a new standard method for the river biological water quality assessment*. River water quality. Commission of the European Communities: 729 ÷ 730.
- BADINO G., FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1991. *Ecologia dei fiumi e dei laghi*. Regione Piemonte. EDA, Torino.
- BETTI L., 2006. *Ragioni zoogeografiche, autoecologiche e storiche a sostegno dell'autoctonia della popolazione di salmerino alpino (Salvelinus alpinus L.) delle Alpi centro-meridionali*. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Pescara, 2/3 aprile 2004). *Biologia Ambientale*, 20 (1): 247 ÷ 251.
- BIANCO P.G., 1987. *L'inquadramento zoogeografico dei pesci d'acqua dolce d'Italia e problemi determinati dalle falsificazioni faunistiche*. Atti II Conv. Naz. AIIAD "Biologia e gestione dell'ittiofauna autoctona" di Torino (5/6 giugno 1987): 41 ÷ 65. Assessorati Pesca della Regione Piemonte e della Provincia di Torino.
- BIANCO P.G., 1990. *Proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci*. Atti III Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Perugia, 28/30 settembre 1989). Riv. It. Idrobiol. 29,1: 131 ÷ 149. Assisi (Pg).
- BIANCO P.G., 1996. *Inquadramento zoogeografico dell'ittiofauna continentale autoctona nell'ambito della sottoregione euro - mediterranea*. Atti IV Con. Naz. AIIAD "Distribuzione della fauna ittica italiana" di Trento (12/13 dicembre 1991): 145 ÷ 170. Provincia Autonoma di Trento. Istituto Agrario di S. Michele all'Adige.
- BOANO G., PEROSINO G.C., SINISCALCO C., 2003. *Sistemi di analisi naturalistiche relative alla redazione di rapporti di compatibilità ambientale ed alla predisposizione di strumenti per la pianificazione, tutela e gestione delle risorse naturali*. Settore Tutela della Fauna e della Flora della Provincia di Torino.
- BRUNO S., 1987. *Pesci e crostacei d'acqua dolce*. Giunti, Firenze.
- BUFFAGNI A., ERBA S., 2007. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili*. IRSA/CNR - Notiziario dei metodi analitici, 2007 (1): 2 ÷ 27.
- BUFFAGNI A., ERBA S., AQUILANO G., ARMANINI D.G., BECCARI C., CASALEGNO C., CAZZOLA M., DEMARTINI D., GAVAZZI N., KEMP J.L., MIROLO N., RUSCONI M. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Elementi di dettaglio a supporto del campionamento in ambienti fluviali*. IRSA/CNR - Notiziario dei metodi analitici, 2007 (1): 28 ÷ 52.
- COLANTONI P., FABBRI A., ROSSI E., SARTORI R., 1984. *Panoramica sulla geologia dei mari italiani*. Acqua - Aria, 8: 803 ÷ 820.
- DAL PIAZ G., 1967. *Corso di geologia*. Vol. II. Cedam, Padova.
- DELMASTRO G.B., 1982. *I pesci del bacino del Po*. CLESAB, Milano.
- DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1982. *Le variazioni climatiche, le glaciazioni, la morfogenesi glaciale (particolari riferimenti al Piemonte e alla Valle d'Aosta)*. Ce.Se.Di., Assessorato Cultura Provincia di Torino.
- FORNERIS G., 1989. *Ambienti acquatici e ittiofauna*. Regione Piemonte, Edizioni EDA, Torino.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005a. *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po e prime applicazioni in Piemonte*. Riv. Piem. St. Nat., XXVI: 3 ÷ 39. Carmagnola (To).
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005b. *Materiali e metodi per i campionamenti e monitoraggi dell'ittiofauna. Determinazione della qualità delle comunità ittiche: l'indice ittico nel bacino occidentale del Po*. Digital Print., Torino.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006a. *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po*. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D. Montesilvano (Pescara), 2/3 aprile 2004. *Biologia Ambientale*, 20 (1): 89 ÷ 101.

- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006b. *Stato dell'ittiofauna ed applicazione dell'Indice Ittico (I.I.) in Piemonte*. Atti XI Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Treviso), 31 marzo - 1 aprile 2006. Quaderni ETP, 34/2006: 159 ÷ 166.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2006c. *Indice Ittico*. C.R.E.S.T. (To). [http://www.crestsnc.it/natura/media/manuale\\_indice\\_ittico.pdf](http://www.crestsnc.it/natura/media/manuale_indice_ittico.pdf)
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2007. *Indice Ittico - I.I.* *Biologia Ambientale*, 21 (1): 43 ÷ 60.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2008. *Confronto tra i metodi di determinazione dello stato delle comunità ittiche proposti in Italia (bacino del Serchio, Provincia di Lucca)*. *Biologia Ambientale*, 22 (2): 35 ÷ 46.
- FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P., 2010. *Applicazione dell'Indice Ittico (I.I.) in Piemonte e sperimentazione nel nuovo Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI)*. *Biologia Ambientale*, 24 (2): 27 ÷ 42.
- FORNERIS G., PARADISI S., SPECCHI M., 1990. *Pesci d'acqua dolce*. Carlo Lorenzini Editore, Udine.
- FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P., 2008. *Lezioni di idrobiologia. Le acque continentali*. C.R.E.S.T. (To). <http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/idropdf/presentazione.pdf>
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma.
- GRIMALDI E., 1980. *I pesci d'acqua dolce*. Fabbri, Milano.
- GRIMALDI E., MANZONI P., 1990. *Specie ittiche d'acqua dolce*. Istituto Geografico De Agostini, Novara.
- LADIGES W., VOGT D., 1965. *Die Sübwasserfische Europas*. Hamburg und Stuttgart.
- MARIANI G., 1988. *Pesci italiani d'acqua dolce*. Lucchetti, Milano.
- MARIANI G., BIANCHI I., 1991. *Il grande libro dei pesci d'acqua dolce d'Italia e d'Europa*. De Vecchi, Milano.
- MENNELLA C., 1967. *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. Edart, Napoli.
- MOYLE P.B., NICHOLS R.D., 1973. *Ecology of some native and introduced of the Sierra Nevada foothills in central California*. *Copeia*, 3: 478 ÷ 489.
- MUUS B.J., DAHLSTRÖM P., 1970. *Europas ferskvandsfisk*. G.E.C. Gads Forlag, Copenhagen.
- NONNIS MARZANO F., TAGLIAVINI J., CHIESA D., PASCALE M., GANDOLFI G. 2003. *Marcatore molecolari per la gestione e la conservazione di popolazioni appenniniche di trota fario*. Atti del workshop "Selezione e recupero della trota fario (*Salmo trutta* L.) di ceppo mediterraneo: esperienze a confronto": 25 ÷ 30. Villalago di Piediluco (TN).
- PASCALE M., 1999. *La trota fario di ceppo mediterraneo: alcune problematiche legate alla gestione delle popolazioni autoctone di salmonidi*. Atti Conv. "Recupero e reintroduzione di ceppi autoctoni di trota fario, *Salmo* [trutta] *trutta* L., di ceppo mediterraneo in ambienti appenninici tipici. Esperienze a confronto": 39 ÷ 43. Provincia di Reggio Emilia.
- PEROSINO G.C., 1989. *Portate minime per la conservazione dell'idrofauna dei corsi d'acqua soggetti a prelievi idrici*. Atti III Conv. Naz. A.I.I.A.D. (Perugia). *Riv. Idrobiol.* 1 (XXIX): 425 ÷ 436.
- PICCININI A., NONNIS MARZANO F., GANDOLFI G., 2004. *Il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*): prove storiche della sua introduzione sul territorio italiano*. Atti IX Conv. Naz. AIIAD. *Biologia Ambientale*, 18 (1): 259 ÷ 264.
- PUZZI C.M., TRASFORINI S., BARDAZZI M.A., MORONI F., 2009. *Proposta di un indice per la valutazione dello stato ecologico della fauna ittica del Fiume Po*. *Biologia Ambientale*, 23 (2): 3 ÷ 14.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., CICCIOTTI E., DI DATO P., MAIO G., MARCONATO E., SALVIATI S., TANCIONI L., TURIN P., ZANETTI M., 2004. *Previsione della composizione della fauna ittica mediante reti neurali artificiali*. *Biologia Ambientale*, 18 (1): 1 ÷ 8.
- SCARDI M., CATAUDELLA S., CICCIOTTI E., DI DATO P., MAIO G., MARCONATO E., SALVIATI S., TANCIONI L., TURIN P., ZANETTI M., 2005. *Optimisation of artificial neural networks for predicting fish assemblages in rivers*. In: LEK S., SCARDI M., VERDONSCHOT P.F., DESCY J.P., PARK Y.S. (eds), *Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystemes*. Springer-Verlag, Berlin: 114 ÷ 229.
- SCARDI M., TANCIONI L., 2007. *Un metodo basato sulla fauna ittica e su tecniche di Intelligenza Artificiale per la valutazione dello stato ecologico dei fiumi ai sensi della Direttiva 2000/60/CE*. *Biologia Ambientale*, 21 (2): 31 ÷ 41.
- SCARDI M., TANCIONI L., CAUDATELLA S., 2006. *Monitoring methods based on fish*. In: Ziglio G., Sigilardi M., Flaim G. (eds), *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Perspectives*. Wiley, London: 135 ÷ 153.
- STRAHLER A.N., 1952. *Hypsometric (area-altitudine) analysis of erosional topography*. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 63: 1.111 ÷ 1.142.
- STRAHLER A.N., 1968. *Physical Geography*. J. Wiley & Sons. Inc., New York.
- TANCIONI L., SCARDI M., CAUDATELLA S., 2005. *I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici*. *Ann. Ist. Super. Sanità*, 41 (3): 399 ÷ 402.

- TANCIONI L., SCARDI M., CAUDATELLA S., 2006. *Riverine fish assemblages in temperate rivers*. In: Ziglio G., Siligardi M., Flaim G. (eds), *Biological Monitoring of River: Applications and Perspectives*. Wiley, London: 47 ÷ 69.
- TORTONESE E., 1970. *Osteichthyes - Pesci ossei*. Fauna d'Italia, vol. X. Calderini Bologna.
- TORTONESE E., 1975. *Osteichthyes - Pesci ossei*. Fauna d'Italia, vol. XI. Calderini Bologna.
- VOSTRADOVSKY J., 1975. *I pesci d'acqua dolce*. Teti, Milano.
- ZERUNIAN S., 2002a. *Condannati all'estinzione*. Edagricole. Bologna.
- ZERUNIAN S., 2002b. *Iconografia dei pesci delle acque interne d'Italia*. Unione zoologica Italiana. Istituto Nazionale per Fauna Selvatica A. Ghigi.
- ZERUNIAN S., 2004a. *Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane*. *Biologia Ambientale*, 18 (2): 25 ÷ 30.
- ZERUNIAN S., 2004b. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero Ambiente e Tutela Territorio. Istituto Nazionale Fauna Selvatica. Quaderni della Conservazione della Natura 20. Tipolitografia F.G. Savignano s.P. Modena.
- ZERUNIAN S., 2005. *Ruolo della fauna ittica nell'applicazione della Direttiva Quadro*. *Biologia Ambientale*, 19 (1): 61 ÷ 69.
- ZERUNIAN S., 2007. *Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche*. *Biologia Ambientale*, 21 (2): 43 ÷ 47.
- ZERUNIAN S., GOLTARA A., SCHIPANI I., BOZ B., 2009. *Adeguamento dell'Indice dello Stato delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE*. *Biologia Ambientale*, 23 (2): 15 ÷ 30.