



Parco fluviale del Po - Tratto Torinese

INTERREG III A 2000 - 2006
PROGETTO AQUA



IDROBIOLOGIA E POPOLAZIONI ITTICHE
DEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI NEI
PARCHI NATURALI REGIONALI E
PORTATE IDRICHE MINIME PER LA
TUTELA DEI CORSI D'ACQUA

Un esempio di ecosistema fluviale: il **Po**, dalle origini alla confluenza con la Dora Baltea (nei territori delle Province di Cuneo e di Torino) e proposta di una nuova metodologia per la determinazione della qualità delle comunità ittiche (**l'Indice Ittico**)



CREST
Centro Ricerche
in Ecologia
e Scienze del Territorio

A cura di M. PASCALE, G.C. PEROSINO e P. ZACCARA
(Torino, maggio 2005)

INDICE

1	- L'ECOSISTEMA FLUVIALE	pag. 3
2	- MORFOMETRIA DEL BACINO DEL PO	pag. 7
3	- IDROLOGIA	pag. 12
4	- CARICO ANTROPICO	pag. 21
5	- QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE	pag. 28
6	- FUNZIONALITÀ FLUVIALE	pag. 36
7	- TIPOLOGIE FLUVIALI	pag. 40
8	- L'ITTIOFAUNA DEL PO	pag. 50
9	- INDICI DI QUALITÀ AMBIENTALE	pag. 54
9.1	- Qualità fisico - chimica delle acque	pag. 54
9.2	- Confronti tra gli indici di qualità ambientale	pag. 56
9.3	- L'Indice Ittico (I.I.)	pag. 59
9.4	- Valore naturalistico delle specie ittiche	pag. 64
9.5	- Modalità dei campionamenti dell'ittiofauna	pag. 67
9.6	- Comunità ittiche di riferimento e classi di qualità	pag. 67
9.7	- L'indice ittico sul fiume Po	pag. 72

1 - L'ECOSISTEMA FLUVIALE

L'**ecosistema** (o *ambiente* o *biogeocenosi*) è un'unità che include tutti gli organismi in una data area (comunità biotica), interagenti con l'ambiente fisico in modo tale che il flusso di energia porti ad una ben definita struttura trofica, ad una diversità biotica e a una ciclizzazione della materia (scambi tra viventi e non viventi) all'interno del sistema¹.

È una definizione molto sintetica, espressa in termini tecnici; occorrerebbe molto più spazio per illustrarne bene il significato. Per i nostri scopi può essere utile considerare, quale esempio, il corso del Po nell'area di Villafranca Piemonte, uno degli ecosistemi fluviali più interessanti in Piemonte. La **fig. 1** illustra, in modo sommario, i diversi gruppi di organismi che popolano tale ambiente. Non ci sono soltanto i pesci, ma sono presenti varie categorie: microrganismi, invertebrati, specie di tutte le classi dei vertebrati e vegetali.

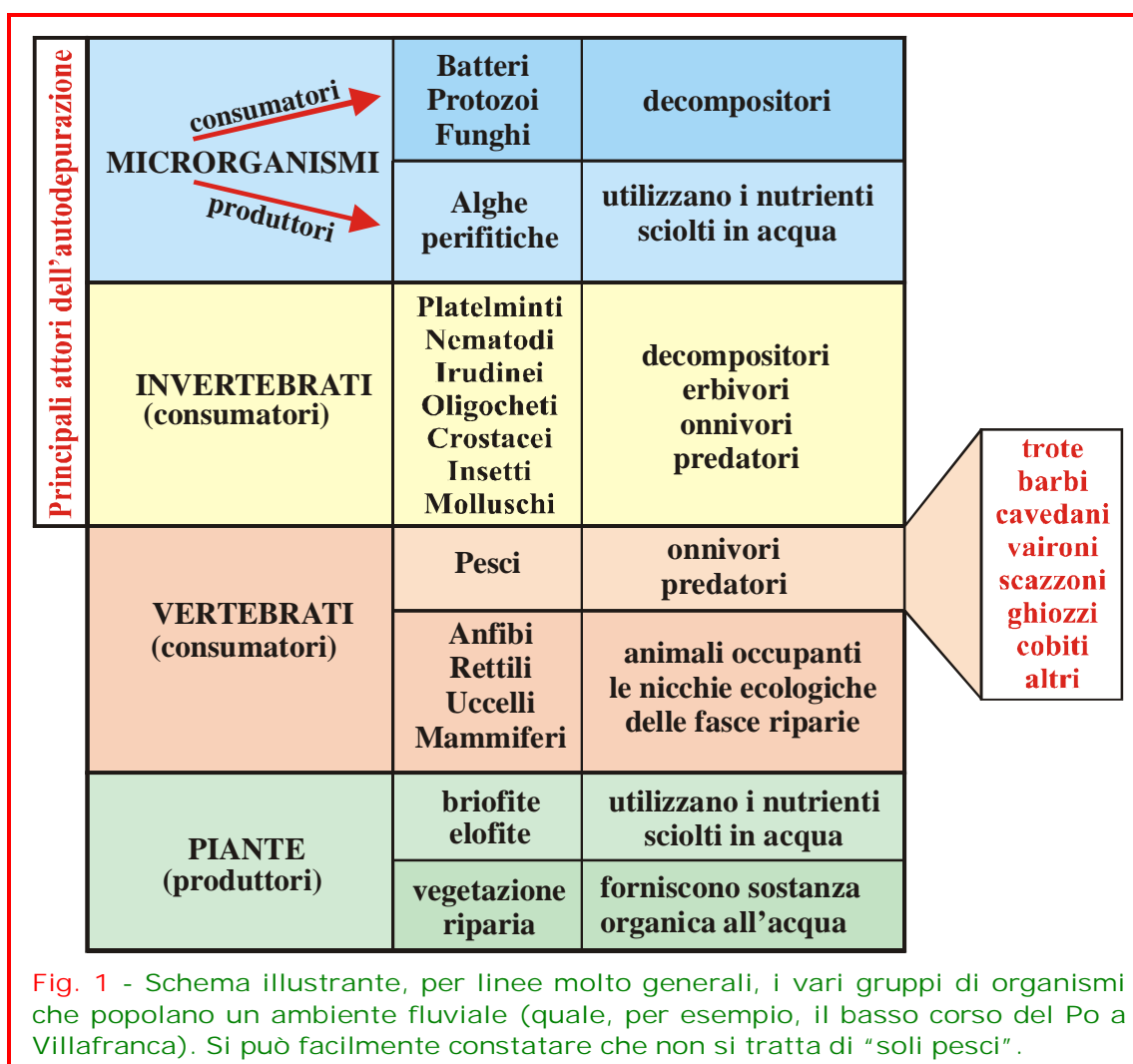
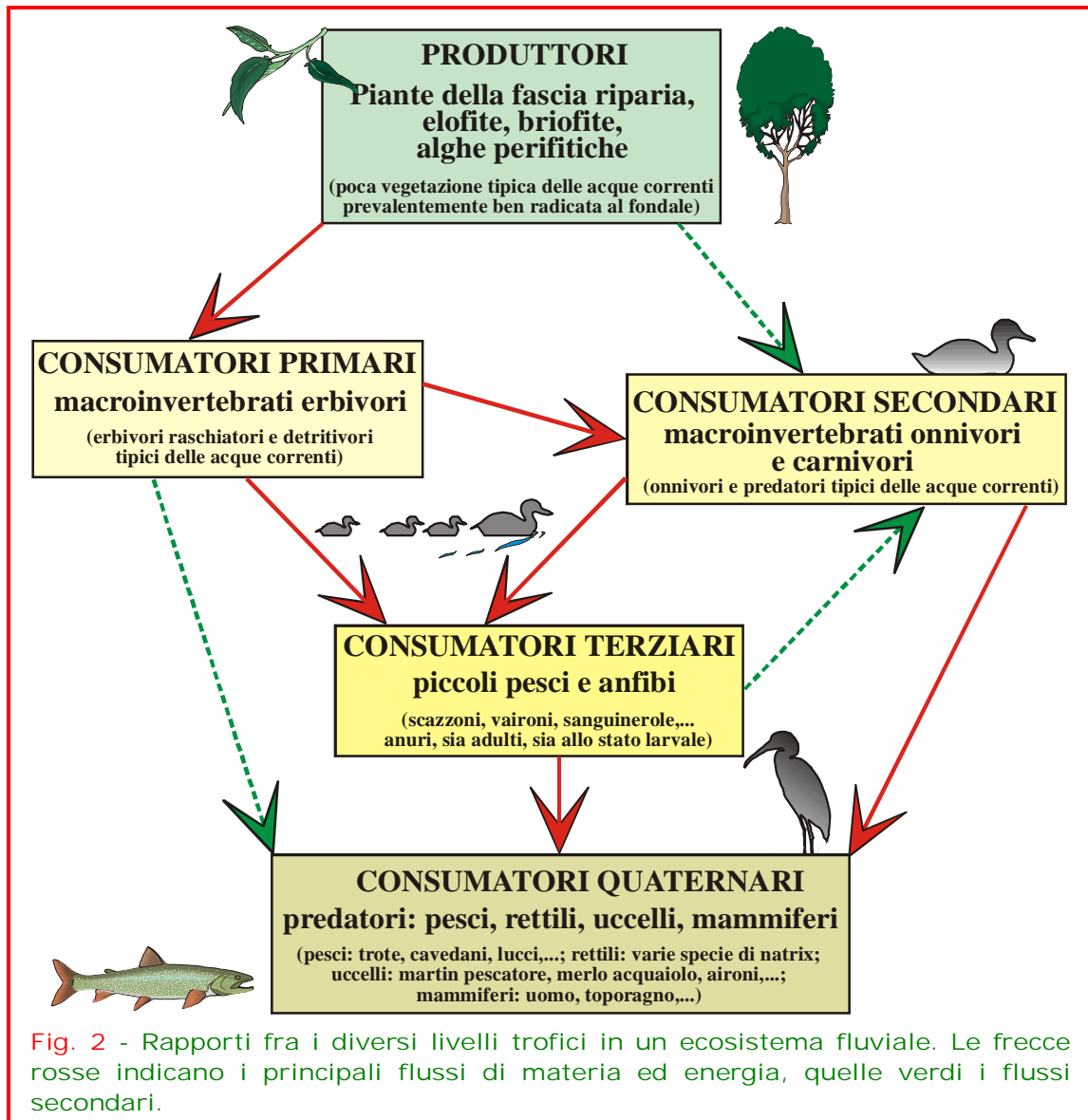


Fig. 1 - Schema illustrante, per linee molto generali, i vari gruppi di organismi che popolano un ambiente fluviale (quale, per esempio, il basso corso del Po a Villafranca). Si può facilmente constatare che non si tratta di "soli pesci".

La **fig. 2** mette in evidenza, per lo stesso ambiente, i ruoli dei produttori (che "costruiscono" sostanza organica per mezzo della fotosintesi) e dei consumatori (erbivori, onnivori, carnivori,...), fra i quali soprattutto i

¹ ODUM E.P., 1971. *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders, Philadelphia, London, Toronto.

decompositori, che smaltiscono la materia organica, garantendo l'insieme dei processi biologici che stanno alla base dell'autodepurazione. La catena alimentare è ben rappresentata in tutti i suoi passaggi, i diversi livelli trofici sono caratterizzati da elevata efficienza e le nicchie ecologiche tutte (o quasi) occupate.



Nella maggior parte dei casi (praterie, boschi, stagni,...) gli ecosistemi in equilibrio presentano particolari rapporti di grandezza tra i diversi livelli trofici. Generalmente le masse degli organismi dei vari livelli diminuiscono dalla base (produttori) verso l'apice della catena alimentare (super predatori). Generalizzando molto la massa dell'insieme dei produttori è significativamente superiore a quella dell'insieme dei consumatori. Vi sono tuttavia delle eccezioni ed il fiume è un tipico esempio.

L'acqua corrente (che durante le piene "spazza" ed "erode" il substrato stravolgendolo) impedisce, nella maggior parte dei casi, lo sviluppo di comunità vegetali stabili e persistenti. Al contrario di altri ambienti acquatici (paludi, stagni, laghi,...), nel fiume non vi sono le condizioni per lo sviluppo di plancton; solo dopo lunghi periodi senza manifestazioni di

piena, qualche pianta (idrofita) riesce ad "abbarbicarsi" sui fondali delle zone dove il flusso dell'acqua è meno intenso. La produzione di sostanza organica al primo livello trofico è quasi nulla; quindi dovrebbe esserci poco cibo per gli erbivori e per gli organismi dei livelli superiori. Eppure la massa dei consumatori è notevole; che cosa mangiano? Qual'è il trucco?

Si tratta di una apparente contraddizione. In realtà il fiume è un chiaro esempio di "ecosistema aperto". Esso si può definire, più propriamente, "un sottosistema che fa parte di un sistema più ampio, costituito dal suo bacino imbrifero"², cioè la porzione di territorio che raccoglie le acque delle precipitazioni per convogliarle, attraverso il suo reticolo idrografico, al fiume stesso. Pertanto vale il seguente concetto fondamentale:

la qualità delle acque del fiume dipende dalla qualità complessiva dell'insieme degli ambienti che caratterizzano il territorio che lo alimenta, cioè il bacino imbrifero sotteso.

L'acqua raccoglie dal bacino materia che giunge nel fiume ed è proprio essa che alimenta la catena alimentare dell'ecosistema fluviale. Il fiume vive non tanto di quanto autonomamente produce, ma soprattutto di ciò che ad esso giunge dal più grande sistema di cui fa parte, anzi di cui costituisce l'ultimo stadio, quello rivolto al riciclo finale della materia destinata, in ultima analisi, al mare. Si comprende quindi il ruolo strategico degli ecosistemi fluviali sulle terre emerse e non solo come semplici "pezzi" del ciclo dell'acqua. In sintesi, si deduce che il fiume:

- 1) è utile perché fornisce risorse idriche per gli usi umani;
- 2) è pericoloso, soprattutto in occasione degli eventi idrometeorologici di forte intensità;
- 3) è il più importante "filtro" e riciclatore della materia a scala di bacino.

Da quanto sopra espresso risulta evidente che la conoscenza degli ecosistemi fluviali e soprattutto dell'insieme articolato dei processi che in essi avvengono, è molto importante, ma costituisce anche un'ambito di studio assai complesso e che richiede l'integrazione di diverse discipline specialistiche.

In questo testo considereremo, quale esempio, il fiume Po, in quanto tra i corsi d'acqua più caratteristici ed importanti compresi nelle aree protette piemontesi coinvolte nel progetto Interreg "Aqua", è quello che presenta tutte le tipiche successioni ambientali lungo il suo sviluppo longitudinale, dal piccolo torrente montano al grande corso di pianura. Si tratta di fornire elementi di riflessione e tipologie di procedure di analisi applicabili anche agli ambienti fluviali degli altri parchi, facendo riferimento alle informazioni ottenute grazie agli studi ed ai campionamenti effettuati appositamente nell'estate 2004 per le sezioni di riferimento S01 ÷ S17 (fig. 3).

² VOLLENWEIDER R.A., 1979. *Eutrofizzazione delle acque: carico nutritivo, capacità assimilativa e metodologie di riabilitazione dei laghi*. CNR - Promozione qualità dell'ambiente. Atti Conv. "Bacini lacustri artificiali", Sassari, 4 - 6 ottobre: 13 - 62.

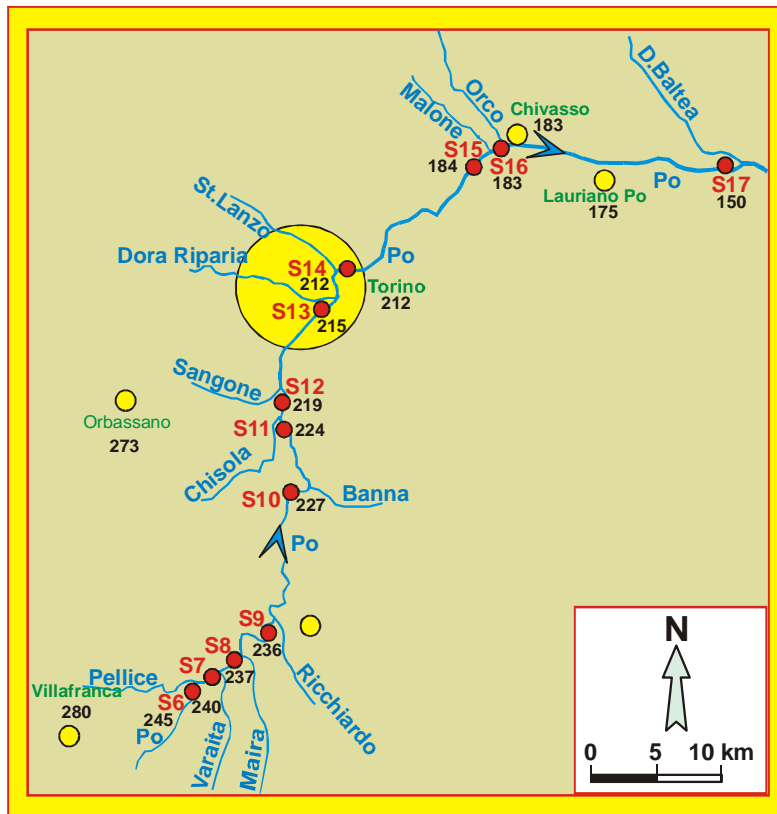
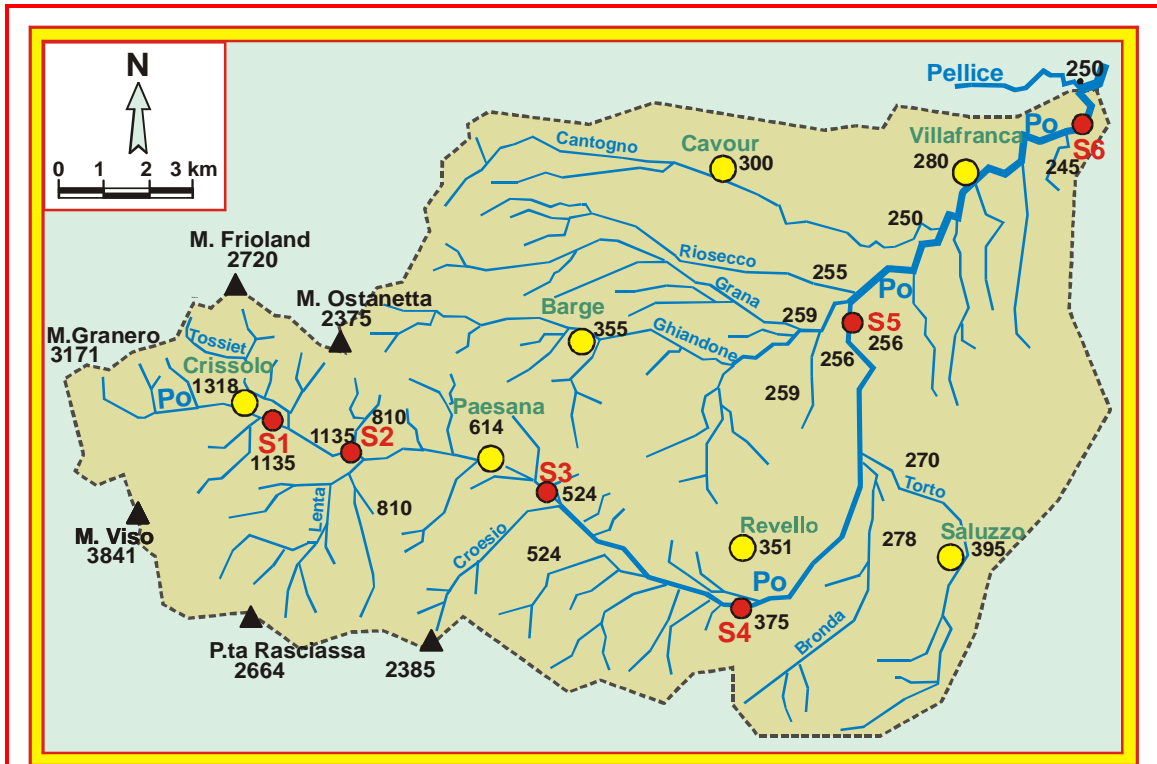


Fig. 3 - In alto è rappresentato il bacino dell'alto Po, (nel territorio cuneese) con la sua vetta più elevata (M.te Viso) a 3.841 m s.l.m. La sezione di chiusura è la S6 (245 m s.l.m.) presso Villafranca. La stessa sezione di riferimento è rappresentata anche in basso a sinistra della figura a lato. Verso valle sono indicate le altre sezioni lungo l'asta fluviale del Po in Provincia di Torino, fino alla S17, a monte della confluenza con la Dora Baltea.

2 - MORFOMETRIA DEL BACINO DEL PO

La **tab. 1** riporta, per i bacini sottesi a 17 sezioni di riferimento considerate in studi pregressi³, le distribuzioni percentuali delle superfici delle fasce altimetriche comprese entro limiti altitudinali di particolare significato climatico⁴:

- 600 m s.l.m., **limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio**; nei territori posti a quote inferiori la neve caduta in quel mese fonde nel giro di pochi giorni; non vi sono le condizioni climatiche per l'accumulo di neve al suolo;
- 1.700 m s.l.m., **limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale**; al di sopra di quella altitudine la neve si accumula durante il periodo dicembre - gennaio - febbraio; nella fascia 600 + 1.700 m s.l.m. le condizioni climatiche per l'accumulo sono intermedie;
- 2.700 m s.l.m., **limite climatico dello zero termico medio annuo**; la temperatura media annua è pari a 0 °C; vi sono le condizioni climatiche adatte all'accumulo di neve al suolo per un semestre;
- 3.100 m s.l.m., **limite delle nevi persistenti**; al di sopra di tale altitudine vi sono le condizioni climatiche adatte per la formazione di ghiacciai.

L'analisi della distribuzione delle fasce altimetriche è utile per meglio interpretare le modalità di formazione dei deflussi. Bacini con superfici poco estese sopra i 600 m s.l.m. presentano regimi idrologici poco influenzati dalla fusione delle nevi, in quanto sono insufficienti le aree elevate con condizioni climatiche adatte per l'accumulo al suolo.

La **fig. 4** illustra, sulla base dei dati riportati in **tab. 1**, l'andamento delle percentuali delle aree delle fasce altimetriche rispetto ai bacini sottesi alle sezioni di riferimento sul Po dalle origini (**S01**; 1.135 m s.l.m.) a quella con la Dora Baltea (**S17**; 150 m s.l.m.).

Solitamente, le estensioni delle diverse fasce altimetriche più elevate caratteristiche dei bacini sottesi alle sezioni lungo un determinato corso d'acqua da monte a valle, tendono a diminuire a vantaggio di quelle di bassa altitudine ed è ciò che effettivamente accade per il bacino del Po dalla sua testata (sezione **S01**) verso la sezione **S06**, alla confluenza con il Pellice (presso Faule), che rappresenta l'intero bacino del Po cuneese, caratterizzato da una superficie della fascia inferiore a 600 m s.l.m. superiore al 60 %, da porzioni poco estese delle fasce superiori ed inferiori all'1 % per quelle più elevate. Verso valle, diversamente da quanto normalmente accade, aumentano le fasce superiori, grazie ai contributi dei bacini del Maira e del Varaita (**S07** e **S08**).

³C.R.E.S.T., 1997. *Piano di gestione delle risorse idriche del bacino del Po in Provincia di Cuneo (qualità chimica e biologica delle acque, carico antropico, ittiofauna e quadro di sintesi)*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po Cuneese (Regione Piemonte).

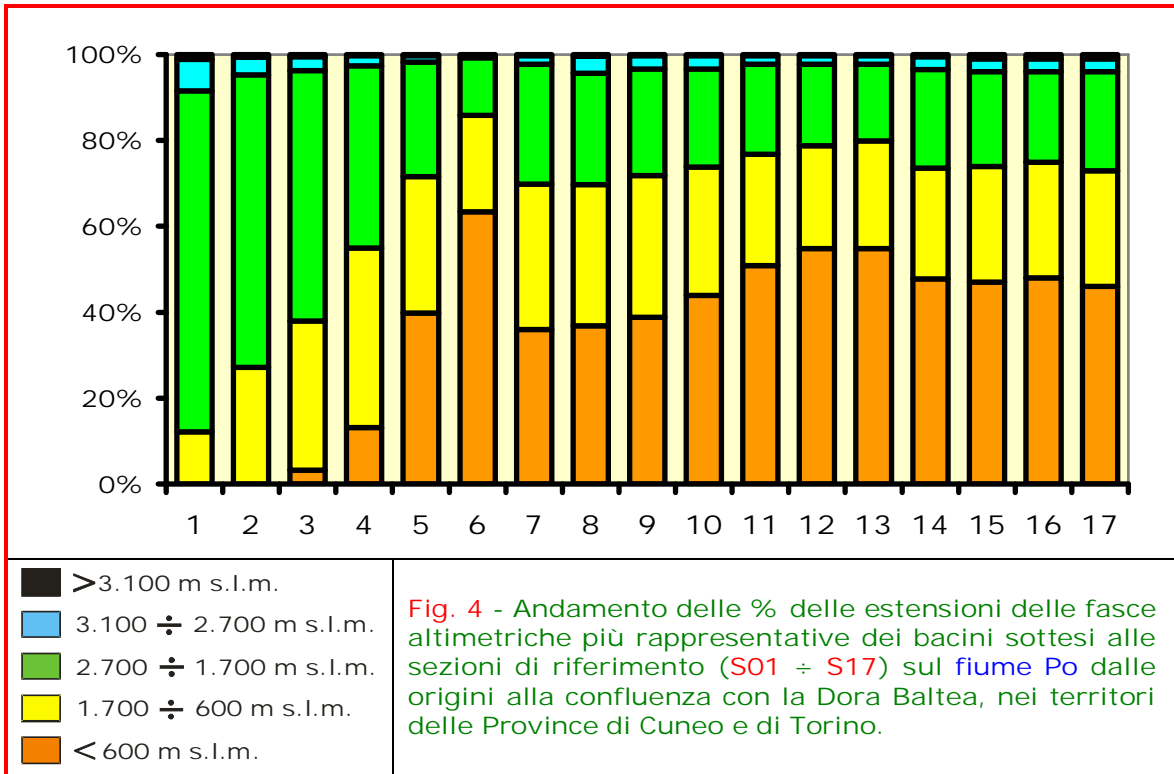
PROVINCIA DI TORINO, 2005. *Fiume Po: miglioramento della fruibilità delle sponde e della capacità biogenica del corso d'acqua* (Censimento e distribuzione delle specie ittiche, esame delle dinamiche relative alle migrazioni trofiche e riproduttive, interazioni con le interruzioni della continuità biologica longitudinale ed ipotesi gestionali). Settore Tutela Fauna e Flora dell'Amministrazione Provinciale di Torino.

REGIONE PIEMONTE, 1991. *Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*. Assessorato Caccia e Pesca. Torino.

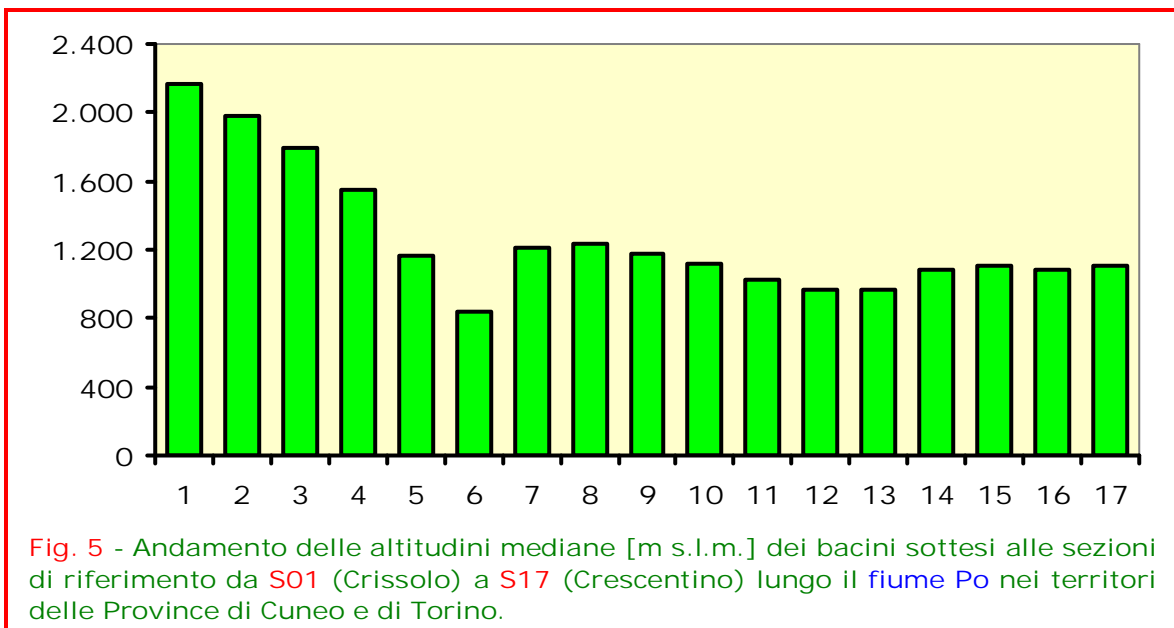
⁴ DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1982. *Le variazioni climatiche, le glaciazioni, la morfogenesi glaciale (particolari riferimenti al Piemonte e alla Valle d'Aosta)*. Labor. Riforma (Ce.Se.Di.), Ass. Cult. Prov. Torino.

Tab. 1 - Caratteristiche morfometriche delle sezioni di riferimento individuate lungo il fiume Po dalle origini alla confluenza con la Dora Baltea nelle Aree Protette dei tratti Cuneese e Torinese delle Fasce Fluviali del Po. Sono indicati i codici delle sezioni (N), le superfici (S) dei bacini sottesi, le altitudini caratteristiche massime (H_{max}), mediane (H_{med}) e delle sezioni stesse (H_{sez}), le percentuali delle superfici delle fasce altimetriche di particolare significato climatico rispetto a quelle totali, la lunghezza (L) del fiume dalle origini, le pendenze medie (Pp) delle aste fluviali rappresentate dalle sezioni e gli indici fisici di produttività (Ipf).

N	località	comune	S km ²	Altitudini [m s.l.m.]			fasce altimetriche (%)					L km	Pp %	Ipf
				H_{max}	H_{med}	H_{sez}	>3.100	3.100÷2.700	2.700÷1.700	1.700÷600	<600			
01	Confl. Tossiet	Crissolo	37	3.841	2.165	1.135	1,1	7,3	79,4	12,2	0,0	10,5	8,8	1,2
02	Confl. Lenta	Oncino	68	3.841	1.975	810	0,6	4,1	68,1	27,2	0,0	14,3	10,2	1,2
03	Confl. Croesio	Paesana	150	3.841	1.800	524	0,4	3,0	52,4	31,2	2,9	22,7	2,7	2,1
04	P.te Martiniana	Martiniana	193	3.841	1.555	375	0,3	2,3	42,4	41,9	13,1	30,0	2,2	2,2
05	Confl. Ghiandone	Cardè	306	3.841	1.170	256	0,2	1,5	26,7	31,8	39,8	47,5	0,3	5,5
06	Confl. Pellice	Faule	632	3.841	840	250	0,1	0,7	13,4	22,4	63,4	65,0	0,1	10,4
07	Confl. Varaita	Pancalieri	1.621	3.841	1.216	240	0,2	2,0	28,0	34,0	36,0	70,4	0,1	9,7
08	Confl. Maira	Polonghera	2.248	3.841	1.235	237	0,4	4,0	26,0	33,0	37,0	74,6	0,1	10,7
09	Confl. Ricchiardo	Carmagnola	3.525	3.841	1.180	236	0,3	3,0	25,0	33,0	39,0	78,6	0,1	13,4
10	Confl. Banna	Carignano	3.808	3.841	1.120	230	0,3	3,0	23,0	30,0	44,0	96,5	0,1	12,6
11	Confl. Chisola	Moncalieri	4.324	3.841	1.029	225	0,2	2,0	21,0	26,0	51,0	102,5	0,1	13,1
12	Confl. Sangone	Moncalieri	4.784	3.841	971	222	0,2	2,0	19,0	24,0	55,0	105,2	0,2	8,6
13	Confl. D.Riparia	Torino	5.088	3.841	965	220	0,2	2,0	18,0	25,0	55,0	113,6	0,1	12,7
14	confl. St. Lanzo	Torino	6.423	3.841	1.085	212	0,5	3,0	23,0	26,0	48,0	115,7	0,1	10,5
15	Confl. Malone	Brandizzo	7.496	3.841	1.101	184	1,0	3,0	22,0	27,0	47,0	133,4	0,2	9,2
16	Confl. Orco	Chivasso	7.859	3.841	1.080	183	1,0	3,0	21,0	27,0	48,0	134,1	0,1	9,7
17	Confl. D. Baltea	Crescentino	8.917	3.841	1.110	150	1,0	3,0	23,0	27,0	46,0	152,7	0,2	9,1



Successivamente aumentano le aree di maggiore altitudine, fino alle confluenze con la Dora Riparia e dello Stura di Lanzo, i cui bacini presentano altitudini massime fra le più elevate (oltre 3.500 m s.l.m.). Ancora verso valle i valori sono meno variabili per gli equivalenti effetti dovuti sia all'incremento delle aree di pianura, sia di quelle di quota elevate del bacino dell'Orco. Tale andamento è confermato dalla successione delle altitudini medie illustrata in fig. 5, con poco più di 800 m s.l.m. immediatamente a monte della confluenza con il Pellice (S06), con valori superiori per i contributi del Maira e del Varaita (oltre 1.200 m s.l.m.), per attestarsi intorno a 1.100 m s.l.m. nel tratto a valle della confluenza con l'Orco.



Un elemento morfometrico di interesse è la pendenza delle aste fluviali, dalla quale dipende direttamente la velocità delle acque negli alvei, fattore fisico di particolare importanza nel condizionare lo sviluppo delle cenosi acquatiche. I valori relativi alle sezioni di riferimento (cioè la pendenza delle aste comprese fra due sezioni consecutive; **tab. 1**) risultano decisamente elevati nella porzione più a monte, fino a superare il 10 % (presso Oncino). Verso valle la pendenza diminuisce repentinamente, ma risulta ancora relativamente cospicua nella zona di Paesana, con poco meno del 3 %. Quindi si riduce a valori decisamente modesti verso la pianura.

Il percorso del Po, sotto il profilo ambientale, non è uniforme. Al passaggio del confine tra le due province Cuneo/Torino la pendenza dell'alveo è intorno allo 0,1 %, leggermente minore rispetto al tratto fluviale a monte della confluenza con il Pellice, con acque mediamente lente, ma con frequenti tratti ancora caratterizzati da rapide, seppure non molto veloci e con substrato più grossolano (ampi spazi ghiaiosi) rispetto a quanto prevedibile in base all'idrodinamica del fiume, ma non difficilmente interpretabile considerando il notevole trasporto solido dei tributari Varaita e Maira.

Verso valle il Po punta decisamente a Nord, verso la collina di Torino, con i contributi, poco rilevanti, dei bacini tributari del Banna e del Chisola. Ma la collina stessa funge da barriera, costringendo il Po a deviare leggermente verso Ovest, per "aggirare" il rilievo. Questo effetto comporta una diminuzione della pendenza dell'alveo, che si abbassa allo 0,07 % a Polonghera e poi ancora a valori inferiori (intorno allo 0,05 % ed anche meno) da Carmagnola, attraverso Carignano, fino a Moncalieri. Il tratto di fiume a monte di Torino, è quello che presenta la minore pendenza rispetto a tutto il percorso nel territorio provinciale ed è quindi quello che presenta la più spiccata tendenza alla formazione di meandri, anche particolarmente pronunciati.

La pendenza dell'alveo fluviale, a valle di Torino ritorna a valori spesso superiori allo 0,1 %. Per esempio a Brandizzo si riscontra uno 0,16 %. Dopo aver superato l'ostacolo della collina, il Po riprende a "viaggiare" più velocemente, ma l'acqua è molto lenta o quasi stagnante, conseguenza delle captazioni idriche che impoveriscono il fiume in misura notevole, praticamente in tutto il suo tratto a valle di Torino, fino alla confluenza con la Dora Baltea, cioè per un percorso pari a 37 km; si tratta del tratto fluviale del Po peggiore, sotto il profilo delle condizioni ambientali, rispetto all'intero percorso piemontese.

Per tutte le sezioni sono disponibili gli indici fisici di produttività (**tab. 1**). La determinazione della produttività ittica costituisce oggi un obiettivo importante per la gestione del patrimonio idrofaunistico. Per linee molto generali si osserva quanto segue:

- la produttività aumenta con la disponibilità del volume d'acqua e quindi della portata media annua, $f(Q)$;
- la produttività diminuisce al crescere della altitudine mediana del bacino imbrifero (H), in conseguenza del gradiente climatico termico di diminuzione della temperatura con la quota, $f(1/H_{med})$;
- la produttività è in funzione della pendenza media K del corso d'acqua in quanto all'aumentare di quest'ultima aumenta la velocità della corrente, $f(1/Pp)$.

Diventa allora possibile calcolare gli indici fisici di produttività⁵ per mezzo dei quali si cerca non tanto di fornire stime sulla produzione di biomassa ittica ma, piuttosto, di fornire valori numerici quali sintesi delle situazioni morfometriche ed idrologiche dei diversi corsi d'acqua da correlare con i dati relativi ad altre variabili ambientali in generale e con quelli forniti dagli studi di distribuzione dell'ittiofauna in particolare. Pertanto si definisce l'indice fisico di produttività I_{pf} con la seguente espressione:

$$I_{pf} = 10 \cdot \frac{3 + \text{Log}Q}{\sqrt[3]{K \cdot H}}$$

Esso, tenendo conto delle caratteristiche del reticolo idrografico provinciale, può variare entro i limiti 0,5 + 20 circa che, grosso modo, rappresentano i rapporti reali tra le produttività di un piccolo torrente di alta montagna e di un grande fiume di pianura⁶.

⁵ PEROSINO G.C., SPINA F., 1988. *Ricerca di modelli semplici con variabili morfometriche ed idrologiche per analisi di sintesi degli ambienti fisici delle acque correnti naturali e possibili applicazioni nei campi biologico e ittico*. Atti II Conv. Naz. A.I.I.D. (Torino 5 - 7 giugno 1987): 251 - 260. Ass. Prov. Caccia e Pesca, Torino.

⁶ FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1992. *Indici fisici di produttività e zonazione ittica in Piemonte*. Riv. Piem. St. Nat., 13: 47 - 71. Carmagnola (TO).

3 - IDROLOGIA

I corsi d'acqua alimentati dalle Alpi sono numerosi e, salvo poche eccezioni (es. Tanaro e Po), relativamente brevi, dalle origini, spesso in fasce altimetriche piuttosto elevate, alle foci in pianura, che raggiungono con percorsi piuttosto ripidi. Le caratteristiche dei fiumi sono molto variabili in funzione delle dimensioni dei relativi bacini e dei loro climi. Se l'altitudine mediana di un bacino è bassa, la maggior parte dell'acqua meteorica è costituita da piogge, per cui le portate sono soprattutto influenzate da questo tipo di precipitazioni. Se il bacino è impostato in montagna, per l'abbondanza di precipitazioni nevose, il regime idrologico è influenzato dalle modalità di accumulo e di scioglimento delle nevi e dei ghiacci. Queste sono condizioni limite, ma le situazioni reali sono molto diversificate.

Le caratteristiche idrologiche dei fiumi si studiano facendo riferimento alle rilevazioni compiute dalle stazioni idrometriche del Servizio Idrografico Italiano (tab. 2). A titolo di esempio si considerano i regimi del fiume Po presso tre sezioni: a Moncalieri (con altitudine più bassa - 222 m s.l.m.; fig. 6a), a Cardè (allo sbocco del fiume in pianura - 256 m s.l.m.; fig. 6b) e a Crissolo (la sezione più a monte - 1.135 m s.l.m.; fig. 6c).

Il regime del fiume Po a Moncalieri (fig. 6a) è caratterizzato da un massimo principale in primavera (maggio), un massimo secondario in autunno (novembre), da un minimo principale in estate (agosto) e da un minimo secondario in inverno (febbraio). La distribuzione di tali massimi e minimi nell'anno è simile a quella delle precipitazioni tipica di un po' tutto il Piemonte. Le portate del Po nella bassa pianura sono una risposta abbastanza diretta delle piogge; perciò, secondo la più diffusa classificazione, tale regime è di tipo "pluviale".

Il regime del fiume Po a Cardè (fig. 6b) presenta un massimo principale in giugno, mentre ancora in luglio le portate rimangono piuttosto consistenti. La collocazione del massimo secondario (autunno) e dei minimi (inverno ed estate) ricorda quella del Po a valle. Le elevate portate alla fine della primavera ed all'inizio dell'estate sono da attribuire allo scioglimento delle nevi nella parte alta del bacino ed alle abbondanti piogge del periodo. Per l'influenza delle nevi, oltre che delle piogge, tale regime può essere classificato come "nivopluviale".

L'influenza delle nevi sul regime idrologico è evidente se si considerano i dati relativi alle altitudini massime e medie dei bacini. Per entrambe le succitate stazioni vale $H_{max} = 3.841$ m s.l.m. (tab. 1), ma la fascia altimetrica inferiore a 600 m s.l.m. è la più estesa per il bacino sotteso a Moncalieri, con il 55 % dell'intero areale, mentre H_{med} è inferiore a 1.000 m s.l.m. (S11 in tab. 1). Diversa è la situazione del bacino del Po sotteso alla sezione di Cardè (S05 in tab. 1), con una $H_{med} = 1.170$ m s.l.m. e con fasce altimetriche elevate più estese, in corrispondenza delle quali, all'inizio della primavera, è ancora presente un cospicuo manto nevoso.

Una parte (1,1 %) del bacino imbrifero del Po sotteso alla sezione di Crissolo (S01 in tab. 1) si trova sopra il limite climatico delle nevi persistenti (3.100 m s.l.m.) ed è caratterizzata dalla presenza di serbatoi nivali. L'altitudine mediana è $H_{med} = 2.165$ m s.l.m. Lo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai avviene nei mesi caldi; di conseguenza le maggiori portate si hanno in giugno e permangono cospicue anche in luglio (fig. 6c). Le più modeste portate si registrano nell'inverno. Le piogge hanno sempre la loro importanza, ma il regime è condizionato, in modo molto evidente anche da quello termico. Pertanto il regime idrologico di Crissolo è di tipo "nivoglaciale".

Tab. 2 - Caratteristiche idrologiche delle sezioni di riferimento individuate lungo il fiume Po dalle origini alla confluenza con la Dora Baltea nelle Aree Protette delle Province di Cuneo e di Torino. Sono indicati i codici delle sezioni (N), le superfici (S) dei bacini sottesi, i valori medi annui degli afflussi (A), dei deflessi (D), dei coefficienti di deflusso (D/A) e delle portate (Q). Sono anche indicate le portate medie annue di durata caratteristiche e le tipologie dei regimi idrologici.

N	località	comune	S km ²	Bilancio idrologico			Q		Portate medie annue di durata						tipologie regimi idrologici
				A	D	D/A	m ³ /s	l/s/km ²	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355		
				mm	mm				m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	l/s/km ²	
01	Confl. Tossiet	Crissolo	37	1.093	1.093	1,00	1,3	34,6	4,4	1,6	0,9	0,6	0,35	9,5	103101
02	Confl. Lenta	Oncino	68	1.112	1.012	0,91	2,2	32,1	5,4	1,9	1,1	0,7	0,41	6,0	103201
03	Confl. Croesio	Paesana	150	1.057	951	0,90	4,5	30,2	16,2	6,0	3,1	1,4	0,80	5,0	103201
04	P.te Martiniana	Martiniana	193	1.042	930	0,89	5,7	29,5	19,8	7,5	3,9	1,9	0,94	4,9	103201
05	Confl. Ghiandone	Cardè	306	1.023	742	0,73	7,2	23,5	24,3	9,4	5,0	2,5	1,29	4,2	103201
06	Confl. Pellice	Faule	632	1.021	596	0,58	11,9	18,9	-	-	-	-	2,99	4,74	103311
07	Confl. Varaita	Pancalieri	1.621	1.010	596	0,59	30,6	18,9	-	-	-	-	8,41	5,19	103311
08	Confl. Maira	Polonghera	2.248	990	594	0,60	42,3	18,8	-	-	-	-	11,96	5,32	103201
09	Confl. Ricchiardo	Carmagnola	3.525	980	578	0,59	64,6	18,3	-	-	-	-	19,00	5,39	103201
10	Confl. Banna	Carignano	3.808	970	563	0,58	68,0	17,9	-	-	-	-	20,14	5,29	103201
11	Confl. Chisola	Moncalieri	4.324	960	547	0,57	75,0	17,4	-	-	-	-	22,40	5,18	103311
12	Confl. Sangone	Moncalieri	4.784	970	543	0,56	82,4	17,2	-	-	-	-	24,69	5,16	103311
13	Confl. D.Riparia	Torino	5.088	980	588	0,60	94,9	18,7	-	-	-	-	29,10	5,72	103311
14	confl. St. Lanzo	Torino	6.423	980	598	0,61	121,8	19,0	-	-	-	-	38,28	5,96	103311
15	Confl. Malone	Brandizzo	7.496	1.000	624	0,62	148,2	19,8	-	-	-	-	47,53	6,34	103311
16	Confl. Orco	Chivasso	7.859	1.020	622	0,61	155,0	19,7	-	-	-	-	49,83	6,34	103311
17	Confl. D. Baltea	Crescentino	8.917	1.025	605	0,59	171,1	19,2	-	-	-	-	55,55	6,23	103311
103101	<i>acque correnti a regime nivoglaciali permanenti</i>							103321	<i>acque correnti a regime pluviale tipo sub-litoraneo</i>						
103201	<i>acque correnti a regime nivopluviali permanenti</i>							103331	<i>acque correnti a regime pluviale tipo sub-litoraneo</i>						
103311	<i>acque correnti a regime pluviale tipo sub-litoraneo occidentale</i>							103341	<i>acque correnti a regime pluviale tipo sub-litoraneo alpino</i>						

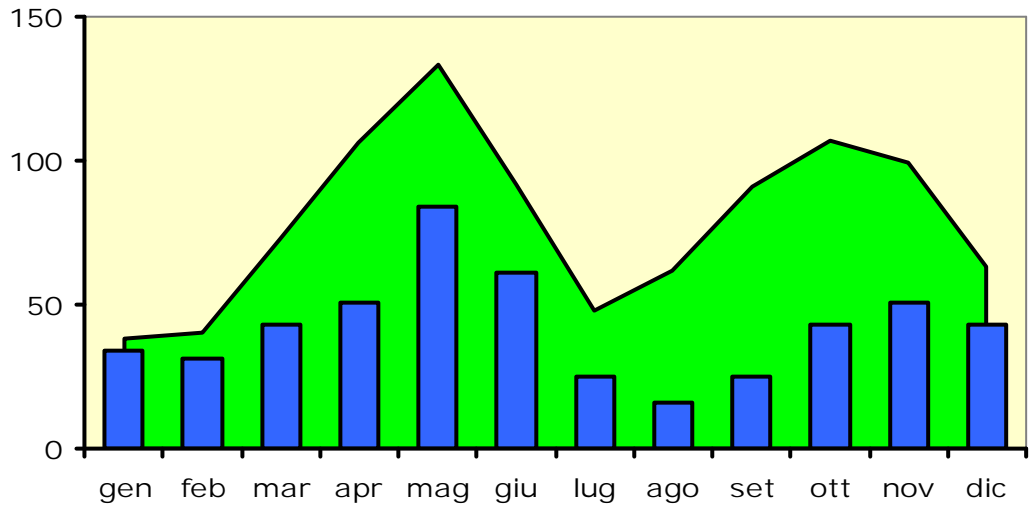


Fig. 6a - Regime idrologico dei valori medi mensili [mm] degli afflussi (A - area verde) e dei deflussi (D - istogrammi azzurri) a Moncalieri - Pluviale (103311).

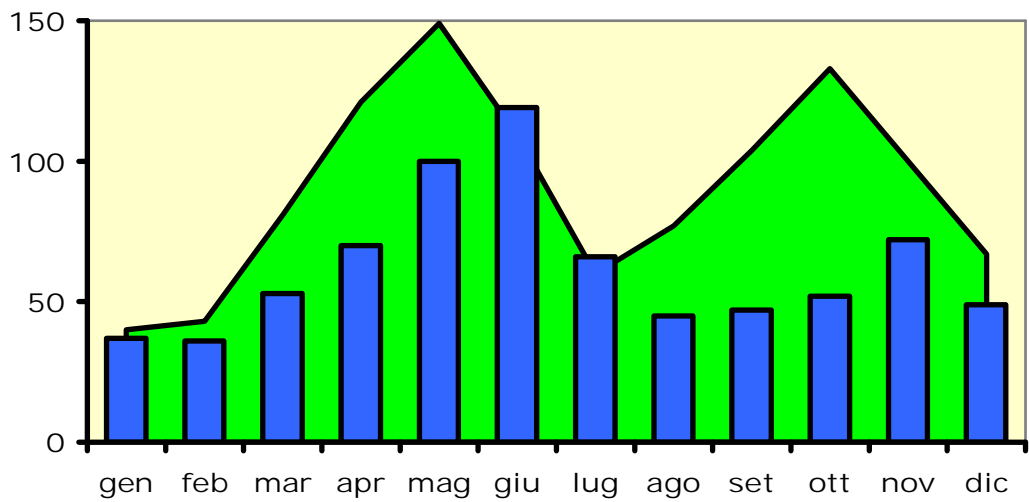


Fig. 6b - Regime idrologico dei valori medi mensili [mm] degli afflussi (A - area verde) e dei deflussi (D - istogrammi azzurri) a Cardè - Nivopluviale (103201).

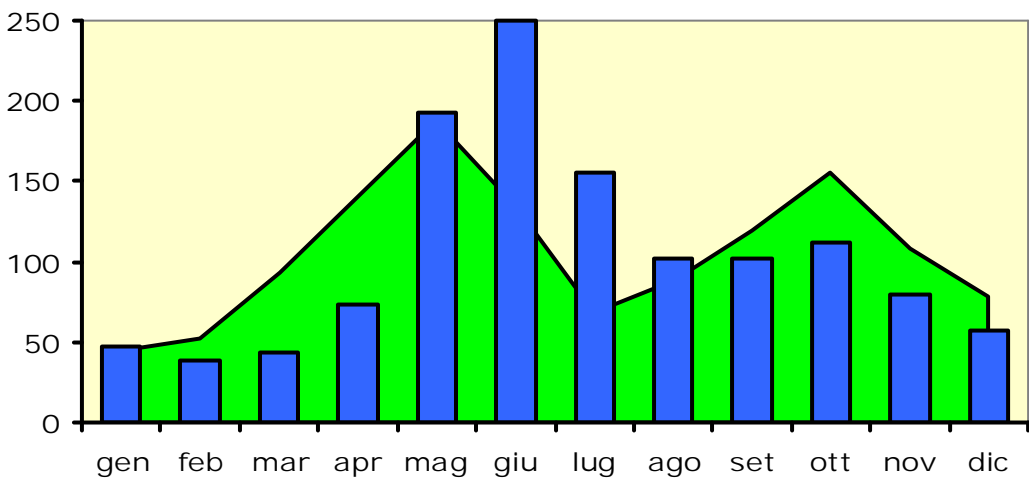


Fig. 6c - Regime idrologico dei valori medi mensili [mm] degli afflussi (A - area verde) e dei deflussi (D - istogrammi azzurri) a Crissolo - Nivoglaciale (103101).

La rappresentazione della portata di un corso d'acqua in corrispondenza di una determinata sezione attraverso l'altezza della lama d'acqua uniformemente distribuita sul bacino sotteso (deflusso; D) permette un migliore confronto con la quantità d'acqua che giunge, attraverso le precipitazioni (afflusso; A), sul bacino stesso; afflussi e deflussi infatti sono quantificati con la stessa unità di misura [mm]. È pertanto possibile definire e confrontare alcuni termini del bilancio idrologico di un bacino.

Si può utilizzare ancora il Po a Moncalieri come esempio (fig. 6a). Nel diagramma l'area verde rappresenta gli afflussi meteorici medi mensili; essa è il regime pluviometrico del territorio nel quale si trova il bacino sotteso a Moncalieri. Gli istogrammi blu rappresentano l'andamento dei deflussi meteorici medi mensili, essi corrispondono al regime delle portate medie mensili. La differenza tra i due valori costituisce la quantità d'acqua che giunge con le precipitazioni sulla superficie del bacino, ma che non defluisce attraverso la sezione di Moncalieri; essa costituisce le cosiddette "perdite apparenti", cioè acqua "persa" per evapotraspirazione.

Nei bacini permeabili molta acqua viene "persa" anche per via sotterranea e quindi le perdite apparenti risultano superiori all'acqua che ritorna all'atmosfera per evapotraspirazione; oppure i deflussi potrebbero essere alimentati anche da acque sotterranee provenienti dai bacini limitrofi e quindi le perdite apparenti potrebbero risultare inferiori ai processi evapotraspirativi; tuttavia si tratta di situazioni molto rare nel bacino occidentale del Po.

Nei bacini con estese superfici glaciali (Alpi Nordoccidentali) le cose si complicano; infatti durante le fasi di ritiro dei ghiacci, molta acqua accumulata decenni o secoli prima, per effetto dell'incremento dell'ablazione, alimenta i deflussi facendo diminuire le perdite apparenti, tanto che, in alcuni casi, il coefficiente di deflusso medio annuo risulta superiore ad 1. Nel caso del Po a Crissolo il valore D/A risulta pari ad 1 (S01 in tab. 2), ma più a monte è probabilmente superiore all'unità.

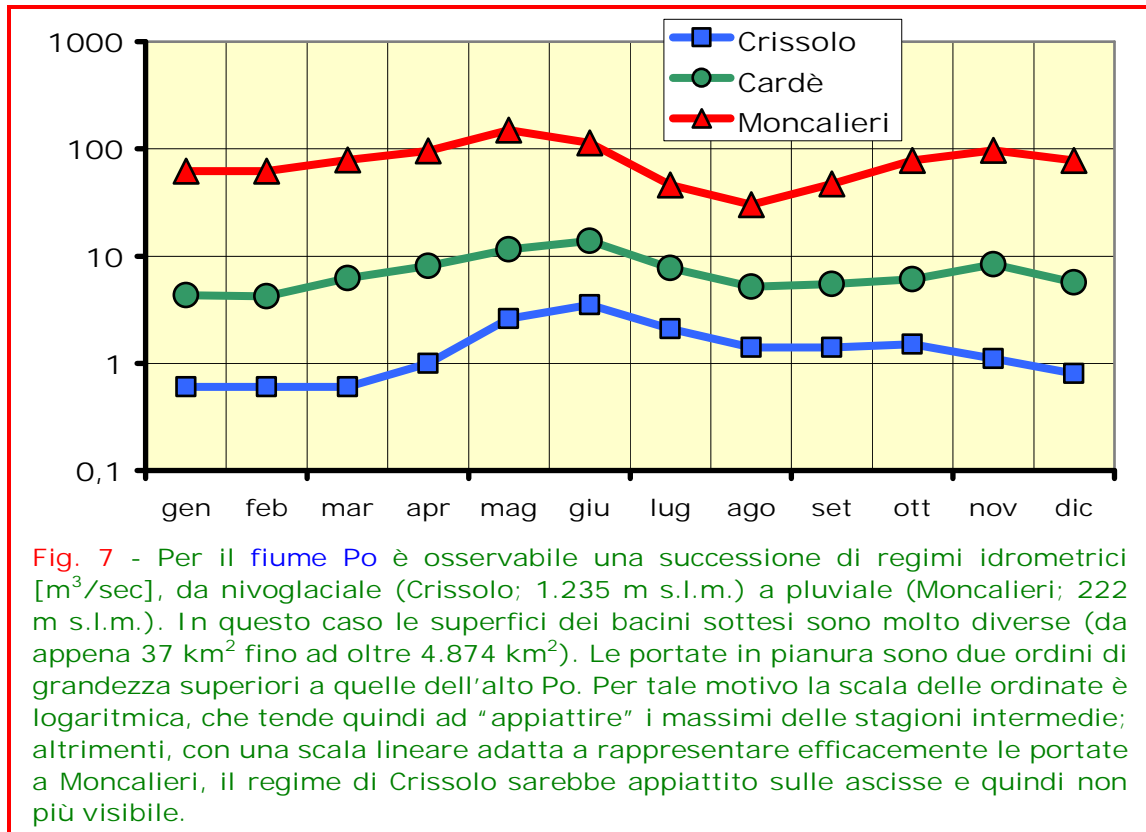
Il confronto fra i regimi degli afflussi e dei deflussi permette di interpretare meglio l'andamento idrologico medio di un corso d'acqua. Ritornando al Po a Moncalieri (fig. 6a) si può osservare che gli andamenti degli afflussi e dei deflussi sono quasi paralleli: le portate sono maggiori quando piove molto e viceversa, a conferma che si tratta di un regime idrologico francamente pluviale. Le maggiori perdite apparenti sono fra la fine dell'autunno e l'inizio dell'inverno. Infatti con l'inizio del periodo piovoso, la maggior parte dell'acqua va a rimpinguare le riserve del sottosuolo parzialmente prosciugate nell'estate.

La situazione dello stesso Po a Cardè (fig. 6b) presenta un aspetto peculiare; dalla fine della primavera all'inizio dell'estate i deflussi sono superiori agli afflussi, per lo scioglimento delle nevi nella parte alta del bacino. Vi è ancora un certo parallelismo tra i due parametri per l'influenza consistente del regime delle precipitazioni; anche in questo caso il confronto fra afflussi e deflussi serve per interpretare meglio la classificazione del regime idrologico come nivopluviale.

Nel caso del Po a Crissolo (fig. 6c) le due linee presentano un andamento diverso. Il regime degli afflussi segue quello pluviometrico; il regime dei deflussi è invece intermedio tra quello pluviometrico e quello termico, con un massimo all'inizio dell'estate ed un minimo nell'inverno; da maggio ad agosto i deflussi si mantengono superiori agli afflussi per il contributo dell'ablazione delle nevi e dei ghiacci; nella restante parte dell'anno gli afflussi sono superiori ai deflussi, ma le perdite apparenti sono scarse per

le basse temperature della stagione fredda che limita i processi evapotraspirativi.

La fig. 7 riporta i tre regimi idrologici considerati sulla base dei valori medi mensili dei deflussi espressi in $[m^3/s]$, in modo che si possano osservare le differenze tra le "forme" dei regimi stessi e l'entità delle portate in funzione dell'estensione delle superfici dei bacini sottesi dalle origini verso la bassa pianura.



Una sintesi del bilancio idrologico di un corso d'acqua è data dall'esame del rapporto fra deflussi (D) e afflussi (A). Il rapporto D/A , per una determinata sezione fluviale, di cui è tributario un certo bacino, rappresentativo di un determinato periodo di osservazione, su scala di tempo mensile o annua, prende il nome di **coefficiente di deflusso**. Esso è condizionato da:

- **Fattori meteorologici.** Le precipitazioni, per dar luogo a deflussi, devono essere superiori ad almeno pochi millimetri, perché altrimenti l'acqua verrebbe assorbita dal terreno e non risulterebbe disponibile al ruscellamento; essa potrebbe poi evapotraspirare prima dell'apporto di piogge successive; se le precipitazioni fossero nell'anno frazionate in modo che ciascuna risulti di pochi millimetri, in teoria, non avverrebbe deflusso. Quindi esso dipende sia dalla quantità delle precipitazioni, sia dalla loro concentrazione nel tempo. Importante è la temperatura dell'aria; in pianura risulta più cospicua l'evapotraspirazione che sottrae acqua ai deflussi. La testata del bacino del Po, caratterizzata da un clima freddo e da precipitazioni particolarmente concentrate in brevi periodi, i deflussi risultano pari agli afflussi.
- **Fattori geografici.** La collocazione geografica (vicina o distante dal mare, la latitudine, le altitudini mediana ed estreme, ecc....) determina le

caratteristiche del clima (regimi termico e pluviometrico, intensità e direzione dei venti che aumentano i processi evapotraspirativi, ecc...). Anche le caratteristiche morfometriche hanno una notevole influenza sui deflussi; una maggiore pendenza dei versanti comporta un più veloce scorrimento delle acque e una minore evapotraspirazione. Importante è la distribuzione delle fasce altimetriche del bacino. Questi aspetti sono importanti in quanto la temperatura dell'aria diminuisce con la quota e quindi diminuisce l'evapotraspirazione ed aumenta il coefficiente di deflusso. Vale la pena di ricordare infine l'influenza dell'orientamento del bacino, in particolare dei suoi versanti; questi, quando esposti alle correnti (sopravvento) vengono "bagnati" da abbondanti precipitazioni; i versanti sottovento sono più aridi e caratterizzati da frequenti venti di caduta relativamente caldi e secchi.

- Fattori geologici. Nei bacini composti interamente o per la maggior parte da rocce impermeabili (la situazione più frequente nella porzione occidentale del bacino del Po), i fattori geologici non hanno praticamente influenze sul regime dei deflussi. Situazione opposta presentano i bacini con preponderanza di rocce permeabili. Oltre al fatto che una porzione più o meno grande di acqua può essere sottratta ai deflussi a causa di perdite sotterranee o, al contrario, incrementata da apporti della stessa natura, la funzione idrogeologica delle formazioni permeabili si esplica con la formazione di una riserva sotterranea che passa con ritardo al deflusso. Gli afflussi vengono così ad essere smaltiti in due fasi: la prima come immediato deflusso superficiale, la seconda come deflusso ritardato delle acque di circolazione sotterranea che ritorna a giorno.
- Fattori biologici. La copertura vegetale condiziona lo scorrimento superficiale ostacolando; lo sviluppo radicale e l'arricchimento del suolo di sostanza organica rendono igroscopico il terreno che acquista maggiore capacità di trattenere l'acqua a disposizione della stessa vegetazione. La traspirazione, per i bacini caratterizzati da una elevata copertura forestale, può costituire una voce importante nel bilancio idrologico. Fra i fattori biologici sono anche quelli antropici: disboscamenti e rimboschimenti e soprattutto opere di ritenzione (dighe) e di derivazione (per fini diversi).

I bacini idrologici italiani sono stati classificati in relazione al coefficiente di deflusso medio annuo⁷ nel modo seguente:

- bacini alpini con $D/A > 0,70$ (tutto il corso del Po a monte della confluenza con il Pellice; **tab. 2**);
- bacini dell'Appennino settentrionale e centrale, versante ligure padano e adriatico con $D/A = 0,50 + 0,70$ (fanno parte di questa categoria anche i corsi d'acqua che, nel bacino del Po, sono alimentati da bacini prevalentemente impostati in collina e/o in pianura o comunque che presentano ampie porzioni con altitudine inferiore al limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio pari a 600 m s.l.m.; tutto il corso del Po a valle della confluenza con il Pellice; **tab. 2**);
- bacini dell'Appennino centrale, versante tirrenico, dell'Appennino meridionale e delle isole con $D/A = 0,30 + 0,40$ (poco frequenti nel bacino del Po).

⁷ DESIO A., 1973. *Geologia applicata all'ingegneria*. HOEPLI, Milano.

PALLUCCHINI A., 1934. *Classifica dei fiumi italiani secondo il loro coefficiente di deflusso*. C.N.R. - Comit. per la Geogr., Delegazione italiana al Congresso Internazionale Geografico di Varsavia (agosto - settembre 1934).

I corsi d'acqua possono essere classificati in funzione delle caratteristiche idrologiche. I criteri sono essenzialmente:

- permanenza dell'acqua (permanenti: con acqua sempre presente in alveo; semipermanenti e temporanei: con l'acqua presente in alveo rispettivamente per oltre e meno di metà anno);
- regime idrologico (nivoglaciale, nivopluviale e pluviale a seconda dei regimi degli afflussi e deflussi; i regimi pluviali possono essere ulteriormente suddivisi in funzione della classificazione climatica dei regimi pluviometrici);
- coefficiente di deflusso (a seconda del valore medio annuo D/A).

Sulla base di tali criteri, nell'ambito del progetto della "Banca Dati delle Zone Umide" della Regione Piemonte⁸, è stata proposta una classificazione e codificazione degli ambienti acquatici, successivamente adottata per la "Carta Ittica Relativa al Territorio Piemontese"³ che ha considerato, per l'analisi della distribuzione delle specie ittiche, le acque correnti permanenti: le tipologie rappresentate lungo il fiume Po nei territori delle Province di Cuneo e di Torino (tab. 2) sono le seguenti:

- 103101 - acque correnti a regime nivoglaciali permanenti (sezioni S01 del Po);
- 103201 - acque correnti a regime nivopluviali permanenti (sezioni S02 ÷ S05, S08 ed S09);
- 103311 - acque correnti a regime pluviale tipo sub-litoraneo occidentale permanenti (sezioni S06, S07, S10 ÷ S17);

Per esempio il fiume Po a Crissolo può essere definito un "corso d'acqua permanente a regime nivoglaciale di tipo alpino", mentre a Moncalieri un "corso d'acqua permanente a regime pluviale sublitoraneo occidentale".

I corsi d'acqua, in particolare le fasce riparie, costituiscono ambienti d'elezione per molti organismi, compresi diversi Uccelli (gabbiani, cormorani, aironi, merlo acquaiolo, martin pescatore, ecc...). Questi trovano cibo grazie alla "pesca" di macroinvertebrati bentonici e di piccoli pesci (ma anche prede costituite da pesci di buone dimensioni, fino a qualche ettogrammo da parte di aironi e cormorani). È evidente che l'abbondanza della pesca condiziona la presenza di tali animali e questa può essere più o meno accentuata a seconda delle fasi del regime idrologico, a sua volta influenzato dal clima. La pesca è facilitata nei corsi d'acqua a regime pluvionivale nella stagione invernale, quando le acque sono basse e limpide; nei fiumi a regime pluviale la situazione migliore si verifica nell'estate quando, al contrario, i torrenti a regime glaciale diventano addirittura "impraticabili" per qualunque vertebrato terrestre in conseguenza delle notevoli torbide (portate elevate con intenso trasporto solido).

Questi aspetti non sono di secondaria importanza in quanto la predazione sui pesci da parte degli Uccelli è di una certa consistenza. Soprattutto nei corsi d'acqua a regime nivoglaciale e nivopluviale aironi e cormorani (con i primi che si spingono nelle vallate fino a quasi 1.000 m di altitudine), nella stagione invernale, quando le acque sono molto limpide e le portate ai minimi annuali, riescono a catturare numerosi pesci anche di buona taglia.

⁸ DE BIAGGI E., PEROSINO G.C., FOIETTA F., SAINI R., STOPPA T., 1987. *L'eutrofizzazione dei bacini lacustri piemontesi e il progetto regionale di Banca Dati delle Zone Umide*. Riv. Piem. St. Nat., 8: 3 - 20. Carmagnola (TO).
C.R.E.S.T., 1988. *Banca Dati delle Zone Umide*. Assessorato Programmazione Economica e Parchi Naturali della Regione Piemonte - C.S.I., Torino.

Molto utile è la valutazione del deflusso medio annuo espresso come contributo; esso rappresenta la quantità d'acqua con la quale l'unità di superficie di bacino, nell'unità di tempo, concede come surplus idrico destinato ad alimentare la portata.

Per chiarire meglio il concetto si può ricorrere a due esempi. Se si indica con Q la portata media annua del Po a Martiniana (S04; $5,7 \text{ m}^3/\text{sec} = 5.700 \text{ l/sec}$; tab. 2) e con S la superficie di bacino sotteso (193 km^2), il rapporto Q/S vale $29,5 \text{ l/sec/km}^2$. Il contributo medio annuo esprime la potenzialità idrica dell'areale contribuente il corso d'acqua; ogni chilometro quadrato del bacino del Po sotteso alla sezione di Martiniana "contribuisce" all'entità delle portate con quasi 30 l/sec .

Lo stesso fiume Po, alla confluenza con il Sangone (S12 in tab. 2), ha una portata media annua nettamente superiore ($Q = 82,4 \text{ m}^3/\text{sec} = 82.400 \text{ l/sec}$), quindi apparentemente molto più "generoso" del tratto fluviale allo sbocco in pianura presso Martiniana; tuttavia il primo ha una superficie di bacino molto più grande (4.784 km^2), tanto che il contributo per unità di superficie è molto meno cospicua ($17,2 \text{ l/s/km}^2$), a denunciare una potenzialità idrica media nettamente inferiore.

La descrizione e quindi la classificazione dei regimi idrologici è importante anche ai fini della caratterizzazione biologica dei corsi d'acqua. Infatti la variabile disponibilità di acqua negli alvei condiziona in modo evidente le cenosi acquatiche, soprattutto nelle fasi di magra, durante le quali si possono instaurare condizioni di stress idrologico, anche piuttosto pronunciate. Per tale motivo si è ritenuto di proporre una classificazione dei regimi sulla base di quattro categorie e precisamente:

nivoglaciale con massimo principale estivo - un esempio sul fiume Po è la sezione S01
nivopluviale con minimo secondario tardo estivo - esempi sul fiume Po sono le sezioni S02 ÷ S05, S08 ed S09
pluviale sublitoraneo con minimo principale estivo ($Q_{355s} > 2 \text{ l/s/km}^2$) - esempi sul fiume Po sono le sezioni S06, S07, S10 ÷ S17
pluviale sublitoraneo con minimo principale estivo molto scarso ($Q_{355s} \leq 2 \text{ l/s/km}^2$) - tipologia assente nel fiume Po scorrente nei territori delle Province di Cuneo e di Torino

In sostanza si mantiene la distinzione tra i regimi nivoglaciali e nivopluviali, in quanto entrambi presentano il minimo idrologico nella stagione invernale, ma si distinguono nettamente per le levate portate estive del primo.

I regimi pluviali, come sopra illustrato seguono quelli pluviometrici che, nella porzione occidentale del bacino del Po appartengono tutti al "sublitoraneo", ma con quattro sottotipi (occidentale, padano, alpino ed appenninico; tab. 2) a seconda di come si collocano, nelle stagioni, i massimi ed i minimi stagionali. Tuttavia, sotto il profilo idrologico, la magra estiva si evidenzia sempre nell'estate come minimo principale ed è proprio l'entità di tale magra che costituisce il riferimento principale per una distinzione in due categorie.

Nei regimi pluviometrici sublitoraneo occidentale ed alpino il minimo principale è quello invernale, quando minori sono le perdite per evapotraspirazione. Queste sono più pronunciate in estate, stagione nella quale tuttavia le precipitazioni costituiscono il minimo secondario. Le portate specifiche di durata pari a 355 giorni, assimilabili alle magre normali, difficilmente scendono sotto il valore di 2 l/s/km^2 . Nei regimi pluviometrici sublitoraneo padano ed appenninico invece il minimo principale è quello estivo, proprio in corrispondenza delle più accentuate perdite per evapotraspirazione. Tale situazione determina magre estive idrologiche significativamente più pronunciate, con valori delle portate specifiche di durata pari a 355 giorni quasi sempre inferiori a 2 l/s/km^2 .

4 - CARICO ANTROPICO

Il Po, da monte a valle, raccoglie acque dal territorio contribuente e, con esse, un insieme di sostanze (molte delle quali presenti come soluti e rilevabili con le analisi chimiche) che derivano dal bacino imbrifero, "dilavate" dal suolo o di origine più "profonda" (i soluti presenti nelle acque di risorgiva) in funzione dei litotipi predominanti. Vale il concetto generale per cui la qualità delle acque in corrispondenza di una determinata sezione dipende dalla qualità globale del mosaico degli ecosistemi costituito dal territorio del bacino imbrifero sotteso alla sezione stessa; pertanto non soltanto in funzione delle caratteristiche geomorfologiche, idroclimatiche, pedologiche e vegetazionali, ma anche antropiche; infatti tutte le attività umane che insistono nel bacino imbrifero producono prodotti di rifiuto che influiscono sulla qualità delle acque correnti superficiali.

Un sistema di valutazione approssimativo (ma comodo e rapido) per stimare i carichi di nutrienti provenienti dagli areali contribuenti un corso d'acqua presso una data sezione è quello di considerare un solo elemento, il fosforo, come rappresentativo dell'insieme di tutti i nutrienti in virtù del fatto che esso è quasi sempre l'elemento limitante, non solo negli ambienti acquatici.⁹ Negli studi sull'eutrofizzazione viene normalmente considerato il "fosforo totale", cioè la somma di quello legato in composti chimici inorganici (sali più o meno solubili come essenzialmente fosfati) con quello legato in composti organici (perché potenzialmente disponibile con la decomposizione delle sostanze organiche in cui è compreso).

Il bacino del Po, sotteso alla sezione S06 di confluenza con il Pellice è stato oggetto di valutazione dei carichi nell'ambito del "Piano di gestione delle risorse idriche del bacino del Po in Provincia di Cuneo (qualità chimica e biologica delle acque, carico antropico, ittiofauna e quadro di sintesi)".³ In particolare, su tale bacino, sono state individuate diverse sezioni di riferimento, di cui sei lungo l'asta fluviale del Po e precisamente le stesse elencate in tab. 1 (S01 ÷ S06).

Il rilascio dei suoli naturali è stato stabilito pari a 0,07 + 0,11 kg/ha/anno nelle zone montane italiane.¹⁰ In uno studio sull'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani, Chiaudani e Vighi (1982)⁹ hanno stabilito un valore di cessione pari a 0,1 kg/ha/anno del suolo indipendentemente dal tipo e grado di utilizzazione e ritenuto valido per terreni incolti; tale valore è stato ritenuto rappresentativo anche della situazione del bacino imbrifero

⁹ DIXON W.G., 1968. *Biomedical computer programs*. University of California, Automatic Computation N. 2. Univ. California Press, Berkeley.

CHIAUDANI G., VIGHI M., 1974. *The N/P ratio and test with *Selenastrum* to predict eutrophication in lakes*. Water research, 8: 1063 - 1069.

CHIAUDANI G., VIGHI M., 1975. *Dynamic of nutrient limitation in six small lakes*. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19: 1319 - 1324.

CHIAUDANI G., VIGHI M., 1978. *Metodologia standard di saggio algale per lo studio della contaminazione delle acque marine*. Quaderni IRSA 39, Milano.

CHIAUDANI G., VIGHI M., 1982. *L'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani*. Sintesi Quad IRSA 43. Acqua Aria, 4 (1982): 361 - 378. Milano.

IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), 1977. *Indagine sulla qualità delle acque del fiume Po*. Quaderni IRSA 32, Roma

IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), 1980. *Indagine sulla qualità delle acque lacustri italiane*. Quaderni IRSA 43, Roma.

¹⁰ CALDERONI A., MOSELLO R., TARTARI G., 1978. *Phosphorus, nitrogen and silica in lago di Mergozzo*. Verh. Internat. Verein. Limnol., 20: 1033 - 1037.

del Lago di Candia in uno studio sull'eutrofizzazione dello stesso.¹¹ Pertanto anche per i suoli naturali compresi entro il bacino del Po cuneese si è ritenuto considerare una cessione di fosforo totale pari a 0,1 kg/ha/anno³.

Per il suolo coltivato alcuni Autori sostengono che solo il 50 % dei fertilizzanti sia utilizzato dai vegetali coltivati; la parte restante viene perso dal terreno per lo scorrimento delle acque e per infiltrazione. Per la situazione italiana è stato valutato dall'I.R.S.A.⁹ un rilascio teorico medio nazionale pari a circa 0,2 + 1 kg/ha/anno. Sulla base di ricerche successive lo stesso IRSA, in considerazione delle notevoli diversità tra le situazioni che si presentano in Italia e quindi delle difficoltà nelle stime dei carichi, ha ritenuto ragionevole proporre una cessione dai suoli coltivati pari a 0,6 kg/ha/anno, valore che è stato applicato anche per il bacino del Po cuneese.³

Il contributo procapite di fosforo totale attribuibile alla popolazione residente, in accordo con vari Autori¹² veniva considerato, fino alla fine degli anni '70, pari a 1,28 kg/anno, così ripartito: 0,58 metabolico più 0,70 da detersivi; quest'ultimo valore è successivamente diminuito per le leggi in materia che limitano l'uso di tale composto.¹³ Oggi pertanto il carico procapite di fosforo totale viene valutato pari a 0,8 kg/ha/anno, di cui il 50 % raggiunge le acque superficiali.^{9/13} Ad esso va aggiunto un valore di 0,5 kg/ha/anno di fosforo totale per ciascuno degli addetti nell'industria¹³, del quale la metà raggiunge le acque superficiali.

Il carico dovuto alle attività zootecniche è stato stimato tenendo conto delle quantità di fosforo totale mediamente contenuto nelle deiezioni degli animali considerati secondo il loro peso medio.¹³ Di esso il 95 % circa viene utilizzato come concime sui suoli coltivati (e quindi rientra nel dato relativo alla loro cessione di fosforo totale per il carico agricolo), mentre il restante 5 % giunge direttamente nelle acque superficiali.¹³

I carichi totali, per i bacini sottesi alle sezioni S01 ÷ S06 del fiume Po, è quindi dovuto alla seguente somma:

- **Cv - carico civile** (50 % di 0,8 kg/anno procapite); rappresenta l'impatto dell'insieme degli scarichi civili dovuti alla presenza di persone che vivono e producono rifiuti (scarichi domestici) su un determinato territorio; ai residenti bisogna aggiungere le presenze turistiche;
- **Ci - carico industriale** (50 % di 0,5 kg/anno per addetto industriale); buona parte dei prodotti di rifiuto delle attività industriali sono riconducibili ad una equivalente quantità di fosforo totale;
- **Cz - carico zootecnico** (5 % del fosforo totale prodotto con le deiezioni); rappresenta l'impatto dovuto agli allevamenti; ovviamente esso dipende dalla qualità e quantità degli animali;

¹¹ DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1983. *Aspetti limnologici del lago di Candia*. Riv. Piem. St. Nat., 4: 137 - 169. Carmagnola (TO).

¹² VOLLENWEIDER R.A., 1977. *Fonti di azoto e fosforo responsabili dei fenomeni di eutrofizzazione*. Seminario Internazionale sui fenomeni di eutrofizzazione lungo le coste dell'Emilia Romagna. Bologna, 25 - 26 febbraio 1977.

VOLLENWEIDER R.A., 1979. *Eutrofizzazione delle acque: carico nutritivo, capacità assimilativa e metodologie di riabilitazione dei laghi e dei serbatoi eutrofizzati*. CNR - Promozione della Qualità dell'Ambiente. Atti Convegno "Bacini lacustri artificiali" (Sassari, 4 - 6 ottobre 1977).

OGLESBY J., HAMILTON L.S., MILLS E.L., WILLING P., 1973. *Owasco lake and its watershed*. Technical Report., Cornell University Water Resources and Marine Science Center, Ithaca, N.Y.

¹³ MARCHETTI R., 1987. *L'eutrofizzazione. Un processo degenerativo delle acque*. Franco Angeli Editore, Milano.

- **Ca - carico agricolo** (0,6 kg/ha/anno); è la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli coltivati;
- **Cn - carico naturale** (0,1 kg/ha/anno); è la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli naturali; teoricamente se il bacino del Malone fosse per nulla antropizzato, questo dato risulterebbe l'unico di cui tenere conto.

La stima del carico antropico ha richiesto quindi un'analisi territoriale di tipo socio - economica che ha fornito i dati relativi alle variabili sopra descritte. Il metodo della stima del carico di fosforo totale tiene conto dell'insieme delle caratteristiche naturali ed antropiche del territorio, oltre che del peso dovuto alle popolazioni residente e fluttuante con il turismo. Le analisi socio - economiche del bacino del Malone sono state effettuate dal C.R.E.S.T.³ con l'elaborazione di dati disponibili su base comunale facendo riferimento al S.I.T.A. (Sistema Informatico Territoriale Ambientale - Pianificazione Territoriale della Regione Piemonte - C.S.I./Piemonte).

Una prima elaborazione è stata effettuata valutando il carico di fosforo totale sui territori dei singoli comuni considerati interamente, sia quelli del tutto compresi entro i bacini considerati, sia quelli compresi parzialmente. Successivamente i diversi valori parziali di carico di fosforo, calcolati per i diversi territori comunali, sono stati stimati per i territori costituenti i bacini imbriferi sottesi alle sezioni di riferimento presenti nel bacino del Po cuneese. Quindi i valori di carico totale di fosforo si sono riferiti in funzione delle portate medie annue stimate in corrispondenza delle stesse sezioni di riferimento; in pratica il rapporto tra il carico totale annuo (Ct, espresso in mg o in μg) e il volume medio annuo d'acqua (Q, espresso in m^3 o in litri) che attraversa la sezione di riferimento (la portata media annua moltiplicata per il numero di secondi in un anno). Il rapporto Ct/Q ($\mu\text{g}/\text{l}$) che così si ottiene esprime la "teorica" concentrazione media annua di fosforo totale che si dovrebbe riscontrare nelle acque in corrispondenza delle sezioni (tabb. 3 e 4).

Tab. 3 - Superficie bacini imbriferi (S) sottesi alle diverse sezioni di riferimento (N) sul tratto cuneese dell'asta fluviale del Po e relative portate medie annue (Q). Carico di fosforo totale dovuto alla popolazione residente ed alle presenze turistiche (Cv), alle attività industriali (Ci), alla zootecnia (Cz), all'agricoltura (Ca) ed alla cessione dei suoli naturali (Cn). Il carico totale (Ct) viene espresso anche come valore unitario di superficie di bacino sotteso (Cu) e come rapporto rispetto alla portata media annua (Ct/Q).

N	S	Q	Carichi parziali [kg/anno]					Ct	Cu	Ct/Q
	Km ²	m ³ /s	Cv	Ci	Cz	Ca	Cn	kg/anno	kg/anno/S	$\mu\text{g}/\text{l}$
O1	37	1,2	142	14	188	0	39	383	8	10
O2	68	2,1	239	23	301	30	75	668	20	10
O3	150	4,3	1.914	188	2.256	861	411	5.630	106	41
O4	193	5,7	4.186	381	10.673	2.153	754	18.146	933	99
O5	306	7,2	18.100	2.297	33.531	13.808	1.361	69.097	2.334	298
O6	632	11,9	27.015	3.338	51.197	22.515	1.571	105.636	3.615	275

Occorre ricordare che il rapporto CT/Q non è un valore che ha la pretesa di rappresentare realmente il livello di eutrofizzazione delle acque. Le concentrazioni reali di fosforo totale e di altri nutrienti sono il risultato dell'interazione di un insieme molto complesso di fattori ambientali naturali ed antropici che non può essere rappresentato da un modello

molto semplice come quello adottato.

Tuttavia il CT/Q si rivela utile perché permette un confronto fra diverse porzioni di territorio fondato su un solo tipo di espressione. Soprattutto risulta molto valido il confronto con il volume rappresentato dai deflussi. A questo proposito è interessante determinare la concentrazione media teorica di fosforo totale nelle acque in corrispondenza di una ipotetica sezione il cui bacino sotteso risulti per nulla antropizzato. Con una simile ipotesi si considera unicamente il carico naturale $C_n = C_t$ pari a $0,1 \text{ kg/ha/anno} = 10 \text{ kg/km}^2/\text{anno}$ ($10^{10} \text{ } \mu\text{g/km}^2/\text{anno}$); se tale valore viene rapportato con la portata media annua specifica dell'intero bacino del PO alla sezione S06 ($18,9 \text{ l/sec/km}^2$ moltiplicato $31.536.000$ secondi in un anno), si ottiene $CT/Q = 16,9 \text{ } \mu\text{g/l}$, che esprime la concentrazione di fosforo totale teoricamente presente nelle acque del reticolo idrografico del Po in totale assenza di antropizzazione.

Tab. 4 - Distribuzioni percentuali [%] dei diversi tipi di carichi civile (Cv), industriale (Ci), zootecnico (Cz), agricolo (Ca) e naturale (Cn) rispetto a quello totale (Ct) per i diversi bacini sottesi alle sezioni di riferimento (N) considerate sul tratto cuneese dell'asta fluviale del Po.

N	Cv	Ci	Cz	Ca	Cn
01	37,0	3,6	49,1	0,0	10,3
02	35,8	3,4	45,1	4,5	11,2
03	34,0	3,3	40,1	15,3	7,3
04	23,1	2,0	58,8	11,9	4,2
05	26,2	3,3	48,5	20,0	2,0
06	25,5	3,2	48,5	21,3	1,5

Questo dato è particolarmente interessante; rappresenta una situazione teorica senza impatti dovuti alle attività umane. Alcuni bacini potrebbero teoricamente presentare valori anche leggermente inferiori a $Ct/Q = 10 \text{ } \mu\text{g/l}$ con la semplice ipotesi di presenza di terreni particolarmente poveri, scarsamente soggetti ad alterazione chimica e con suoli poco sviluppati e/o caratterizzati da portate specifiche più elevate. Il limite inferiore generico del rapporto Ct/Q può quindi essere ritenuto dell'ordine delle unità di $\mu\text{g/l}$ di fosforo totale, mentre nel caso specifico del bacino del Po è compreso nell'intervallo $10 + 20 \text{ } \mu\text{g/l}$.

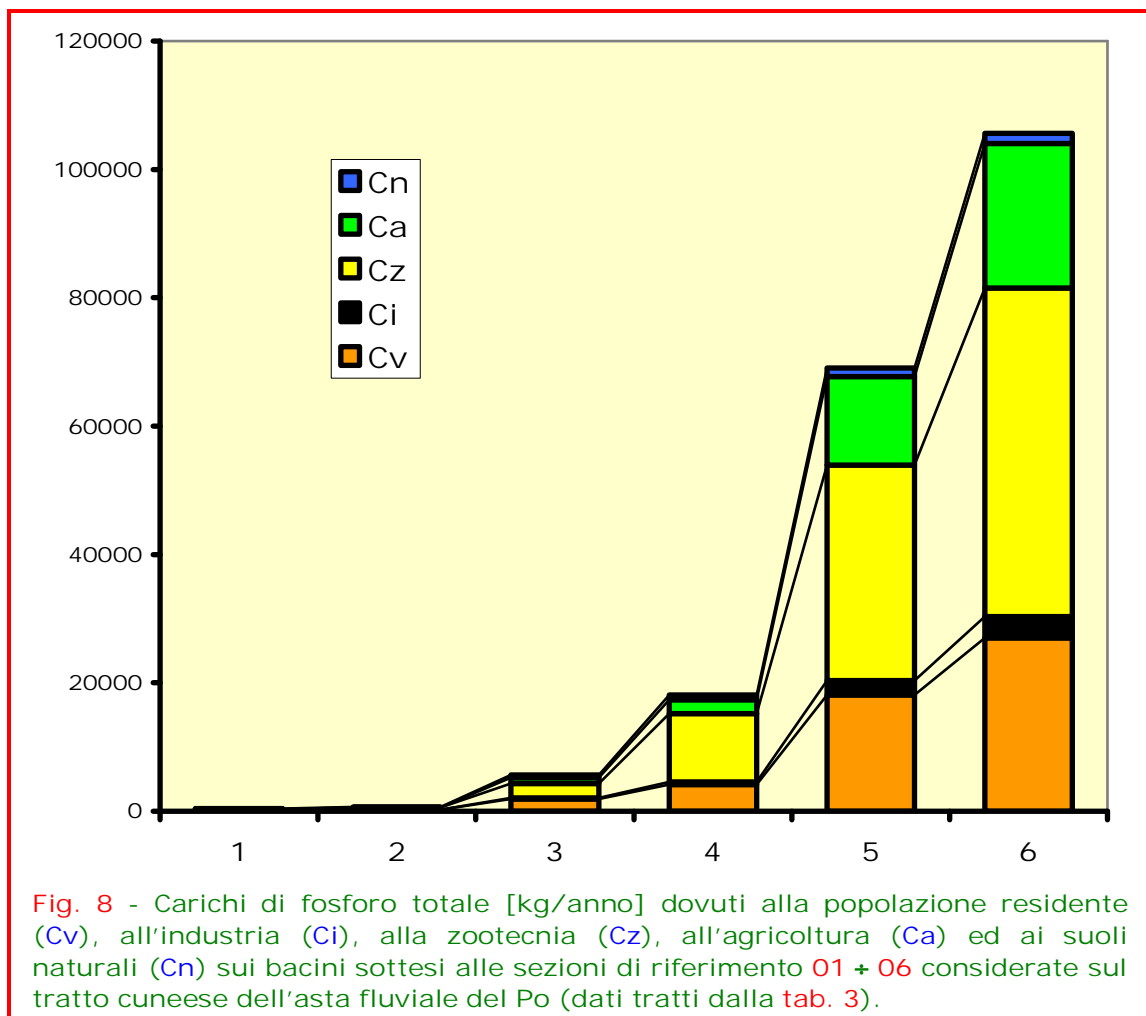
Dalla letteratura¹⁴ risulta che i contributi medi annui su unità di superficie dei bacini piemontesi variano, grosso modo, da $5 \cdot 10^8 \text{ l/anno/km}^2$ (pianura orientale) a $1,5 \cdot 10^9 \text{ l/anno/km}^2$ (Alpi Nord-orientali). La situazione ipotetica naturale con impatti antropici praticamente nulli prevede un carico di fosforo totale dovuto unicamente alla cessione dei terreni incolti che, come sopra citato, è stata valutata in $0,1 \text{ kg/ha/anno} = 10^{10} \text{ } \mu\text{g/km}^2/\text{anno}$. Pertanto il rapporto "Ct/Q" può variare da minimi di 5 a massimi di $20 \text{ } \mu\text{g/l}$ di concentrazione media annua teorica di fosforo totale nelle acque in ecosistemi fluviali i cui bacini non sono sottoposti ad impatti antropici significativi.

Potrebbero essere ritenuti bacini soggetti a carichi antropici di una certa

¹⁴ FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990. *Proposta di un modello di determinazione della qualità ambientale dei corsi d'acqua con parametri idrologici e biologici*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.

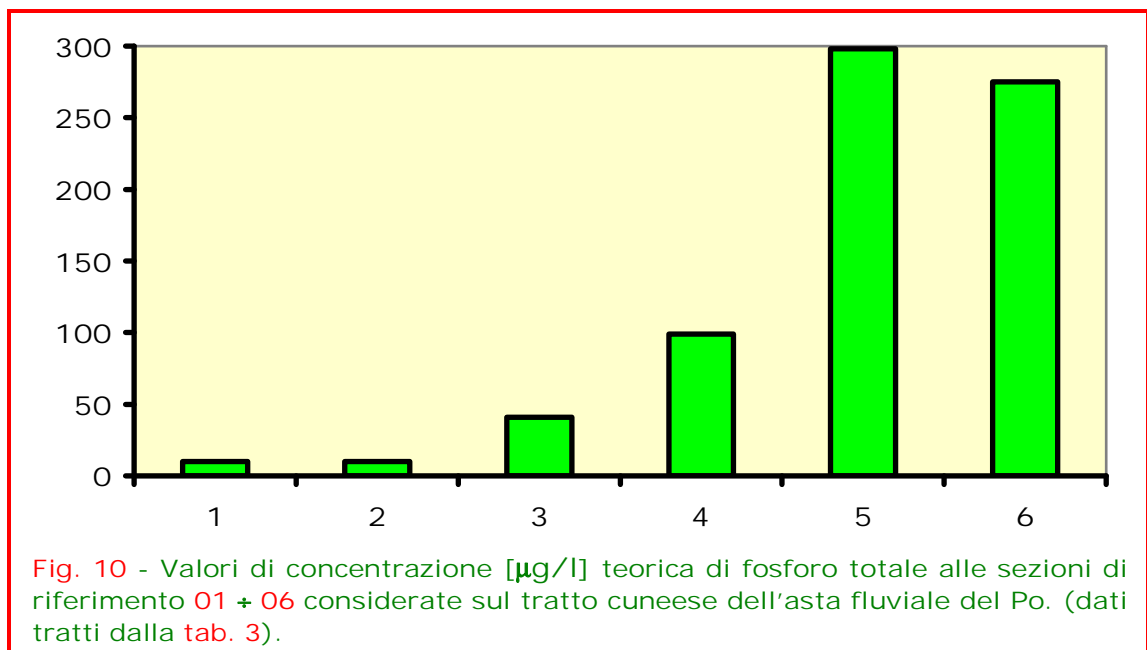
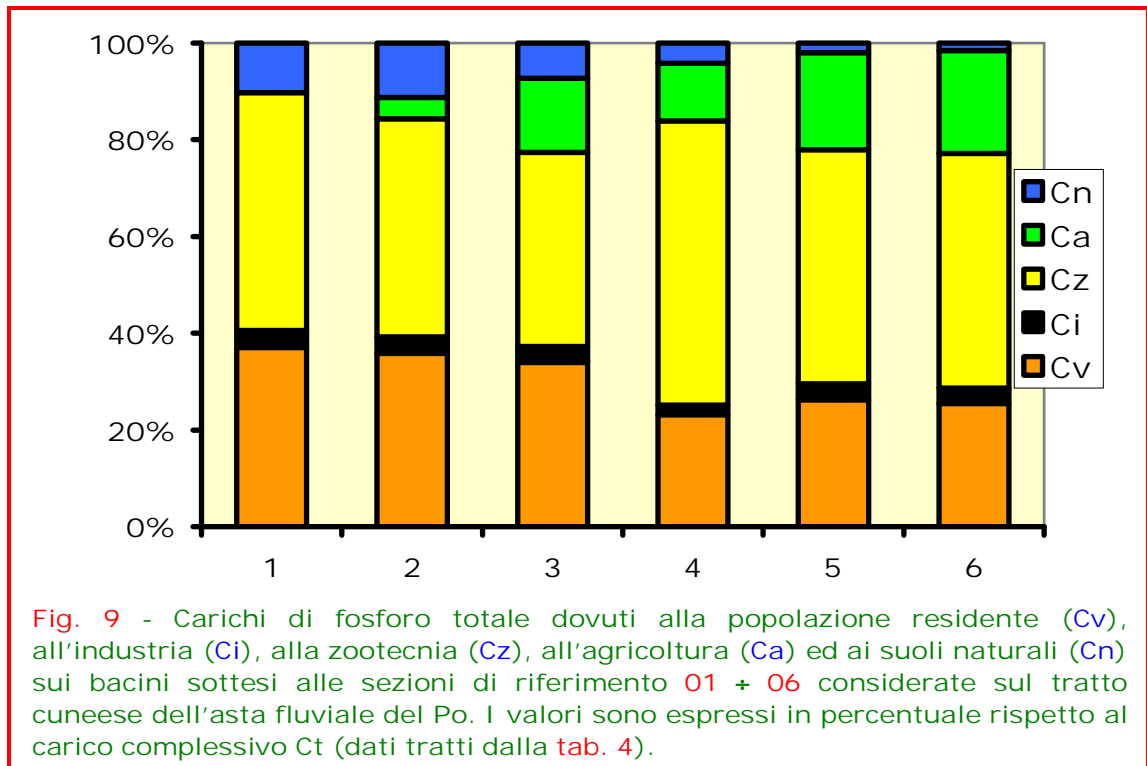
rilevanza quelli che risultano con rapporto Ct/Q entro lo stesso ordine di grandezza e comunque non superiore a 100 $\mu\text{g/l}$. Tutti i bacini per i quali vengono stimati valori di ordine di grandezza superiori sono da ritenere soggetti ad un elevato carico antropico; all'interno di questa ultima categoria potrebbero essere distinti quelli con rapporti Cp/Q leggermente superiori al valore rappresentativo dell'intero bacino del Po (assunto come medio di una situazione ambientale molto alterata). Quindi in linea di massima per i bacini maggiormente antropizzati, caratterizzati dai massimi livelli di alterazione della qualità delle acque, si potrebbero riscontrare concentrazioni teoriche medio annue di fosforo totale dell'ordine delle migliaia di $\mu\text{g/l}$.

I dati rappresentati nelle **tabb. 3 e 4** sono stati riportati nelle **figg. 8 + 10**, tutte con la stessa ascissa rappresentante le sezioni di bacini sottesi a quelle **01 + 06** sull'asta fluviale del Po cuneese. In **fig. 8** è stato raffigurato l'andamento dei valori assoluti (kg/anno) dei carichi di fosforo delle diverse origini (Cv, Ci, Cz, Ca e Cn); i singoli valori sono cumulati e la linea che rappresenta Cn raffigura anche il carico totale Ct.



In **fig. 9** gli stessi carichi vengono espressi percentualmente rispetto al totale; in questo caso ciascuno di essi è rappresentato da una fascia anziché da una linea; con questo diagramma si è ottenuto l'appiattimento dei valori assoluti (troppo diversi fra loro da monte a valle) e l'esaltazione delle differenze fra i diversi tipi di contributi al carico totale. In **fig. 10**

viene semplicemente riportato l'andamento della concentrazione teorica media annua di fosforo totale nelle acque del Po da monte a valle.



Il corso del Po presenta valori Ct/Q pari a 10 µg/l dalle origini fino alla confluenza con il Lenta (S02); quest'ultimo contribuisce con acque di buona qualità, tanto che immediatamente a valle la concentrazione teorica di fosforo totale aumenta di poco (41 µg/l, presso la sezione S03) e ciò nonostante l'attraversamento del territorio comunale di Paesana che pure presenta una carico complessivo non trascurabile.

Verso valle la situazione tende a peggiorare con aumento dei valori fino a quasi 100 $\mu\text{g/l}$ presso la sezione S04; si tratta tuttavia di un valore ancora modesto rispetto al deterioramento spiccato che caratterizza il corso di pianura, dove la concentrazione teorica media annua di fosforo totale raggiunge valori vicini a 300 $\mu\text{g/l}$.

In linea di massima nella porzione montana del bacino prevalgono i carichi dovuti alle attività zootecniche ed ai suoli naturali, mentre il carico industriale è sempre su valori trascurabili. Verso la pianura (da Paesana) si conferma la consistenza del contributo dovuto alla zootecnia e assumono maggiore importanza i carichi agricolo e civile.

Dalla letteratura¹⁴ risulta una proposta di formulazione di un giudizio "D" di qualità fondata sul carico antropico basata su cinque valori (1 + 5):

$D_1 = \text{Ct/Q} =$	$< 30 \mu\text{g/l}$						bacino poco o nulla antropizzato
$D_2 = \text{Ct/Q} =$	$31 + 50 \mu\text{g/l}$						
$D_3 = \text{Ct/Q} =$	$51 + 100 \mu\text{g/l}$	↓	↓	↓	↓	↓	↓
$D_4 = \text{Ct/Q} =$	$101 + 600 \mu\text{g/l}$						
$D_5 = \text{Ct/Q} =$	$> 600 \mu\text{g/l}$						bacino fortemente antropizzato

Il fiume Po, dalle origini alla confluenza con il Lenta (S01 - S02) risulta in prima classe (D_1) con valori $\text{Ct/Q} = 10 \mu\text{g/l}$. Passa in seconda classe (D_2) alla sezione S03 nell'area di Paesana con $\text{Ct/Q} = 41 \mu\text{g/l}$. Il carico complessivo sale ancora verso valle (S04 con 99 $\mu\text{g/l}$) presso Martiniana, allo sbocco in pianura (D_3). Il tratto di pianura cuneese entra decisamente in quarta classe (D_4) con valori Ct/Q prossimi a 300 $\mu\text{g/l}$ fino alla confluenza con il Pellice (S05 e S06).

5 - QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE

Se la qualità delle acque del fiume dipende dalla qualità complessiva dell'insieme degli ambienti che caratterizzano il territorio che lo alimenta, cioè il bacino imbrifero sotteso, così una popolazione è sempre il prodotto del suo ambiente di vita e quindi rappresenta un indicatore della situazione ambientale. Una metodologia ormai ampiamente riconosciuta ed accreditata per valutare la qualità di un corso d'acqua, conosciuta come indice I.B.E.¹⁵, costringe ad un approccio all'ecosistema fiume allargato, che tiene conto della presenza e della composizione delle sue comunità biotiche.

Gli organismi oggetto di questo tipo di analisi sono un gruppo di invertebrati raggruppati nella categoria non sistematica ma funzionale al metodo che è quella dei macroinvertebrati bentonici. Hanno dimensioni superiori al millimetro (da cui il prefisso macro) e vivono ancorati sul fondo del corso d'acqua (bentonico ovvero che vive sul fondo). Queste due caratteristiche, dimensione e luogo di vita, permettono una più agevole raccolta, separazione e determinazione dei vari taxa, insieme alla garanzia che il materiale raccolto sia davvero un rappresentante della macrofauna invertebrata locale. Le strutture delle comunità bentoniche sono ovviamente influenzate da fattori fisici e chimici caratteristici dei diversi tratti fluviali. Ricordiamone i principali:

- il substrato, legato strettamente alla pendenza del corso d'acqua, ma anche modificato dalle attività umane che ne alterano la morfologia con interventi diretti sull'alveo o indiretti, modificandone i suoi regimi idrici;
- la velocità di corrente e le portate influenzano le comunità presenti direttamente o indirettamente, attraverso il fattore battente idrico, che condiziona la temperatura e la penetrazione della luce nelle acque;
- i nutrienti, l'ossigeno disciolto e la durezza delle acque che ulteriormente selezionano le popolazioni acquatiche fluviali.

I macroinvertebrati occupano tutti i livelli trofici dei consumatori di ambienti di acque correnti: detritivori, erbivori e carnivori contribuendo al riciclo della materia organica del sistema fiume. In alcuni casi la specificità del regime alimentare è tale da determinare la scomparsa di una specie se mancano gli organismi di cui si nutre, a parità degli altri parametri ambientali.

Il Po, nelle province di Cuneo e Torino attraversa ambienti differenziati, i cui alvei, sulla base del tipo di substrato possono essere classificati secondo cinque principali tipologie fluviali (Tab. 5). Tali tratti sono caratterizzati da associazioni di macroinvertebrati di tipo differente (Tab. 6). Infatti, accanto agli adattamenti morfologici alla corrente,

¹⁵ GHETTI P.F., 1986. *I macroinvertebrati nell'analisi biologica dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione*. Stazione Sperimentale di Agraria Forestale, Servizio Protezione dell'Ambiente. Amministrazione Provinciale di Trento.

GHETTI P.F. 1995. *Indice biotico Esteso (I.B.E.)* Notiziario dei Metodi Analitici. IRSA (CNR), ISSN: 0333392-1425: 1-24.

GHETTI P.F., 1997. *Indice Biotico Esteso (i macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti)*. Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente. Amministrazione Provinciale di Trento.

GHETTI P.F., BONAZZI G. 1977. *A comparison between various criteria for the interpretation of biological data in the analysis of the quality running waters*. Water research. 11: 819-831

GHETTI P.F. & BONAZZI G., 1980. *Biological water assessment methods: Torrente Parma, Torrente Stirone e Fiume Po, 3rd Technical Seminar*. Final Report. Commission of the European Communities.

particolarmente evidenti nelle comunità che colonizzano il tratto montano, quali corpo appiattito, forma idrodinamica, presenza di strutture di ancoraggio come ventose, uncini, cuscinetti adesivi, si assiste anche ad un adattamento comportamentale alle differenti tipologie fluviali. I macroinvertebrati del tratto più acclive vivono protetti dai massi, mentre quelli dei tratti di pianura si nascondono rimanendo infossati nella sabbia, nel limo o fra la vegetazione. L'elevata corrente del tratto montano è indispensabile per l'allontanamento degli escreti, per l'apporto di ossigeno e di nutrienti, sfruttati dai filtratori.

Tab. 5 - Tipologie fluviali basate sul criterio geomorfologico.

criterio geomorfologico	Criterio biotipologico	criterio in base ai substrati	sezioni di riferimento sul Po
alveo tipo a	epirhithron	roccia-massi	01
alveo tipo b	metarhithron	massi-ciottoli	02
alveo tipo c	hyporhithron	ciottoli-ghiaia	03 ÷ 04
alveo tipo d	epipotamon	sabbia-limo	05 ÷ 10
alveo tipo e	metapotamon	sabbia-limo-argilla	11 ÷ 17

Tab. 6 - Numero unità sistematiche di macroinvertebrati (US), indice biotico esteso (IBE) e classe di qualità biologica delle acque. Risultati dei campionamenti effettuati in corrispondenza delle sezioni di riferimento (N) lungo il fiume Po nei territori delle Province di Cuneo e di Torino.

N	località	comune	m s.l.m.	U.S	IBE	classe
01	Confl. Tossiet	Crissolo	1.135	21	11	I
02	Confl. Lenta	Oncino	810	24	11	I
03	Confl. Croesio	Paesana	524	22	11	I
04	P.te Martiniana	Martiniana	375	6	6	III
05	Confl. Ghiandone	Cardè	256	14	8	II
06	Confl. Pellice	Faule	250	15	8 - 9	II
07	Confl. Varaita	Pancalieri	240	15	9	II
08	Confl. Maira	Polonghera	237	17	9	II
09	Confl. Ricchiardo	Carmagnola	236	12	8	II
10	Confl. Banna	Carignano	230	17	7	III
11	Confl. Chisola	Moncalieri	225	12	7	III
12	Confl. Sangone	Moncalieri	222	12	7	III
13	Confl. D.Riparia	Torino	220	11	7 - 6	III
14	confl. St. Lanzo	Torino	212	9	6	III
15	Confl. Malone	Brandizzo	184	11	8 - 7	II II
16	Confl. Orco	Chivasso	183	11	8 - 7	II II
17	Confl. D. Baltea	Crescentino	150	10	7 - 8	III II

Alla naturale variabilità ambientale si sovrappone l'influenza dell'azione antropica, che porta, in generale, ad una diminuzione della biodiversità, ma non necessariamente della biomassa. Il peggioramento della qualità

biologica porta quindi ad una riduzione del numero dei taxa presenti rispetto alla situazione ottimale, attesa per ogni ambiente. La qualità biologica che ne consegue viene rappresentata sinteticamente con un indice IBE, basato sugli stessi principi per ogni ecotipo considerato, indipendentemente dal fatto che vi siano diverse situazioni di riferimento per l'associazione non inquinata. Nell'analisi di un corso d'acqua con caratteristiche differenziate come il Po nei tratti cuneese e torinese l'indice IBE costituisce un indicatore sintetico, da considerare insieme ad una valutazione dell'ambiente esaminato.

Zona alpina. Le stazioni da 01 a 03 sono corrispondenti all'alto corso nella Valle Po (Fig. 11). Esse presentano caratteristiche prettamente alpine, con alvei di tipo A, B e C, cioè più o meno ciottolosi, elevato dislivello, che porta ad una maggiore turbolenza delle acque, una maggiore velocità, minore profondità minore temperatura.



Fig. 11 - Fiume Po a Corti-li. Si osservi che la granulometria dell'alveo è rappresentata soprattutto da massi, seguiti da ciottoli e ghiaia grossolana. L'assenza di periphyton sulle rocce sommerse indica turbolenza delle acque, correlate alla forte pendenza dell'alveo.

Si osserva una prima classe di qualità coerentemente con un ambiente con limitate attività umane (connesse a pochi centri abitati e ad un turismo essenzialmente locale), oltre che ad una agricoltura marginale (Fig. 16). Si deve notare che il valore dell'indice IBE non è, per quanto di prima classe, ottimale. Il numero dei taxa presenti non è infatti particolarmente elevato, per la presenza di una naturale oligotrofia tipica dei corsi d'acqua di alta quota, oltre che dal minor numero di ambienti presenti nella sezione fluviale.

La stazione S04 rappresenta una stazione di passaggio: è infatti situata nella parte bassa della valle Po, con una elevata antropizzazione ed un discreto utilizzo del suolo per uso agrario. D'altra parte tale situazione è mitigata dalla limitata estensione dell'area di fondovalle. Per tale stazione ci si aspetterebbe una classe di qualità intermedia tra quella delle stazioni più a monte e quelle delle stazioni di pianura. L'osservazione di una terza classe di qualità è legata alla forte alterazione del regime idrologico per le captazioni ai fini irrigui.

Zona agricola dell'alta pianura a monte di Torino. Nelle stazioni da S05 a S10 il fiume scorre con limitata pendenza (solo 26 m di dislivello tra la stazione S05 e S10), minore velocità e turbolenza, alveo di maggiori dimensioni (fig. 12).

Fig. 12 - Il Po, nell'area di Villafranca (al confine tra le province di Cuneo e di Torino), scorre in un alveo caratterizzato da limitata pendenza, caratterizzato da una granulometria costituita da ghiaia media e soprattutto fine, con ampi banchi di sabbia.

In tali sezioni il corso d'acqua presenta numerose nicchie ecologiche ed un miglior trofismo, cosa che teoricamente potrebbe favorire una diversificazione tassonomica nelle stazioni di pianura (comprese anche quelle di Torino e a monte della città). In realtà il numero di unità sistematiche presenti è decisamente inferiore nelle stazioni della zona agricola di pianura a valle dell'area metropolitana, rispetto a quello della zona alpina. Si osserva la presenza di una seconda classe di qualità, che diventa terza nella stazione S10. L'abbassamento della qualità biologica è legata ad inquinamento di origine agricola (Fig. 16). L'inquinamento organico legato all'uso di fertilizzanti chimici ed organici favorisce determinati taxa (alcuni generi di *Chironomidae*), che proliferano a spese di altri, oltre che indurre la formazione di un feltro algale che modifica le condizioni dell'alveo fluviale; l'inquinamento chimico legato a fitofarmaci, che nel ciclo biologico si diffondono fino a raggiungere i macroinvertebrati fluviali, elimina i taxa più sensibili. Gli inquinanti vengono filtrati solo in parte da una fascia vegetazionale perifluviale spesso discontinua e di limitata estensione. La stazione S10 presenta caratteristiche di transizione con le stazioni dell'area urbana.

Zona urbana dell'area metropolitana torinese. L'alveo del Po è un corso d'acqua irreggimentato, con un alveo quasi sempre bagnato, indipendentemente dalle stagioni, velocità e turbolenza limitate (Fig. 13). Vi si trovano le stazioni S11 ÷ S14, tutte caratterizzate da una terza classe di qualità (ambiente inquinato). L'inquinamento è talora anche piuttosto pesante ed è legato all'intensa urbanizzazione (Fig. 16). È stato valutato che l'inquinamento dell'area torinese è responsabile della metà dell'inquinamento idrico in Piemonte. Un'altra fonte sono gli inquinanti adsorbiti nei sedimenti, specialmente dove vi sono sbarramenti (traversa Michelotti). Inoltre si deve sottolineare che i prelievi di acqua per uso di potabilizzazione contribuiscono a ridurre la portata del fiume in Torino. In assenza di adeguati sistemi di depurazione ci si può aspettare situazioni di estremo degrado, in parte mitigate dalla presenza di depuratori.



Fig. 13 - Il Po a Torino ai Murazzi. Si osservi la sponda cementificata e l'assenza di una fascia di vegetazione perifluviale in sponda idrografica sinistra

La situazione attuale, anche se compromessa, non risulta pessima, come si riscontra con la presenza di una terza classe di qualità delle acque. Possibile fonte di mitigazione sono i parchi cittadini fluviali (Valentino, Colletta), in cui la fascia vegetata perifluviale raggiunge una certa estensione.

Zona agricola a valle di Torino. Le stazioni da S15 a S17 presentano una minore o assenza di irreggimentazione, limitata velocità e turbolenza, alvei molto estesi, bagnati solo in parte. In tali stazioni, agli effetti dell'inquinamento agricolo osservati nelle stazioni a valle di Torino, si sommano quelli di una maggiore antropizzazione, oltre che la propagazione degli inquinamenti provenienti dall'area di Torino (Fig. 16). Da non trascurare è il possibile effetto di percolazione di inquinanti dalle discariche delle Basse di Stura, soprattutto dopo l'immissione della Stura, e di numerosi canali irrigui in cui confluiscono scarichi abusivi. La presenza di ingenti prelievi per il Canale Cavour diminuisce la diluizione degli inquinanti (fig. 14). In queste stazioni si osserva una classe tra seconda e terza.

I dati sulle stazioni esaminate costituiscono un quadro della situazione al momento attuale. La significatività e l'evoluzione dei dati possono essere verificate confrontando i risultati con campionamenti in anni successivi. Confrontando (Fig. 15) gli ultimi risultati con quelli relativi ai campionamenti della carta ittica, e ai dati dell'ARPA per l'area torinese, si possono effettuare alcune considerazioni.

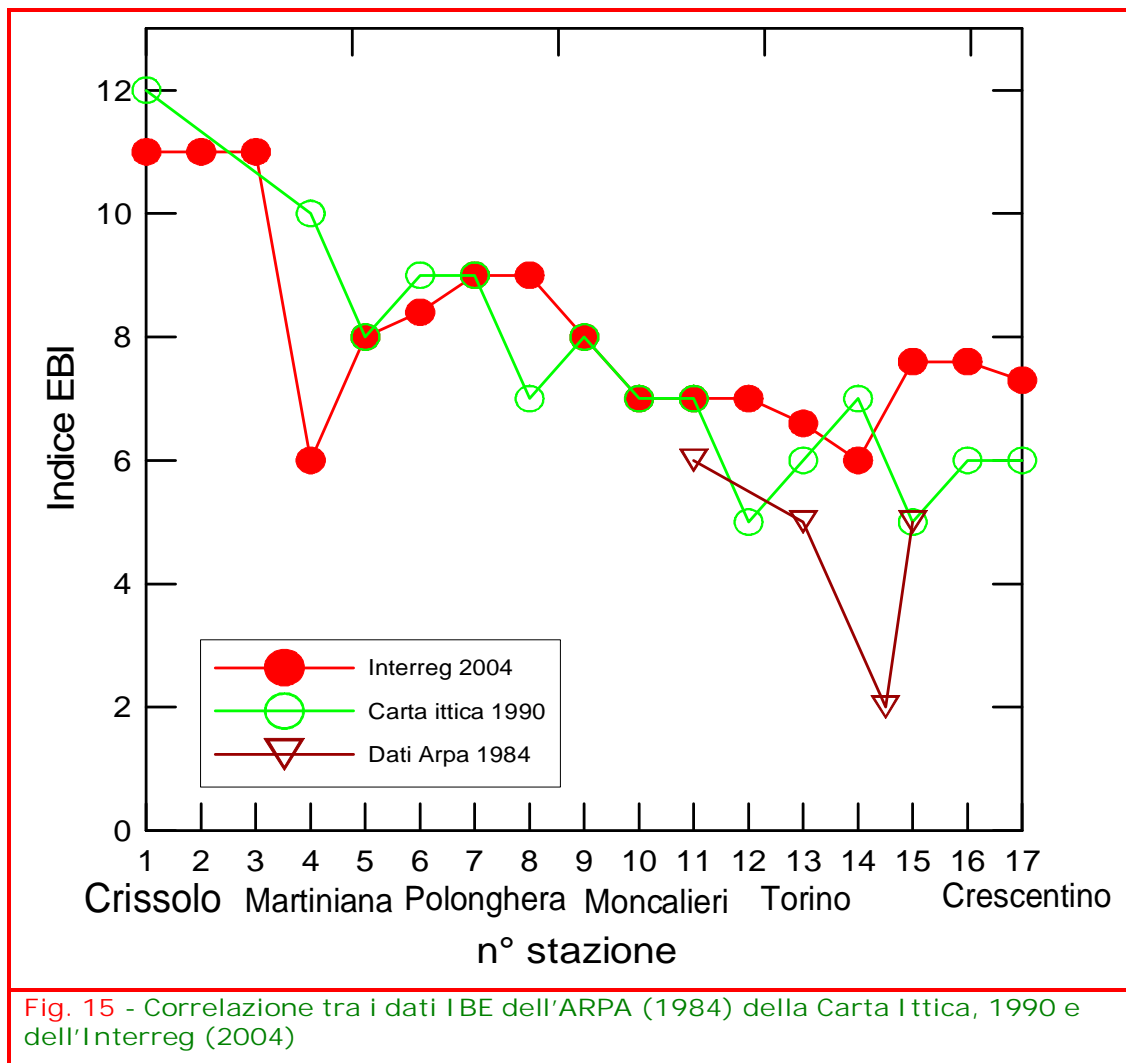


Fig. 14 - Il fiume Po a Monteu da Po, a valle di Chivasso, presenta, nelle estati più calde e siccitose, portate ridotte a poche centinaia di litri al secondo, cioè quanto è concesso dalla traversa che alimenta il canale Cavour. L'acqua è quasi stagnante in un alveo le cui portate minime naturali dovrebbero risultare di diverse decine di metri cubi al secondo. In tali condizioni sono favorite le specie ittiche alloctone limnofile.

La successione di qualità biologica presente nelle sovraesposte zone di campionamento viene confermata dal confronto con i dati della "*Carta Ittica Relativa al territorio della Regione Piemontese*",³ con due eccezioni.

La prima è la sezione di campionamento a Martiniana Po, di qualità nettamente superiore rispetto a quanto riscontrato con le più recenti misure. Il valore osservato di IBE 10 nella Carta Ittica Regionale corrisponde ad una prima classe di qualità delle acque secondo il metodo, ma si pone al livello inferiore dell'intervallo consentito per ricadere in questa classe, compreso fra il valore 10 e 12. Questo valore è coerente con la natura transizionale della stazione esaminata e conferma che il valore anomalo e basso della qualità biologica rilevato nella stazione di Martiniana Po provenga da una alterazione di tipo puntuale, non riconducibile all'inquinamento "ordinario" di origine agricola. Infatti, come precedentemente accennato, negli anni caratterizzati da estati più calde le captazioni idriche per fini irrigui comportano prolungati prosciugamenti dell'alveo fluviale

La seconda eccezione riguarda la sezione successiva all'area torinese, in cui si è riscontrato un evidente miglioramento della qualità biologica nell'arco di vari anni. Una analogo miglioramento, anche se meno marcato, è presente nell'area urbana, con l'eccezione della stazione collocate a monte dell'immissione della Stura (S14).



Si noti che campionamenti IBE effettuati negli anni '80 hanno mostrato situazioni anche di estremo degrado. Tale miglioramento può essere messo in relazione con l'attivazione del depuratore Po-Sangone, ma è probabilmente anche connesso alla progressiva deindustrializzazione avvenuta dalla fine degli anni '80 e con la chiusura delle discariche di rifiuti tossici delle Basse di Stura. Si può prevedere che con la futura chiusura della discarica di Via Germagnano, situata presso la Stura, vi sarà un ulteriore miglioramento della qualità biologica nelle stazioni sul Po collocate a valle della confluenza con lo Stura. Si rileva infatti che l'ultima stazione (S17), presso il confine della provincia di Torino, non presenta una qualità migliore, essendo tra una seconda ed una terza classe, rispetto alle stazioni più a monte. In tale stazione, meno interessata dagli scarichi urbani dell'areale torinese, ci si aspetterebbe una situazione analoga a quella delle stazioni a monte di Torino, o anche migliore, per la presenza di una estesa fascia arboreo-arbustiva perfluviale. In effetti si può constatare un certo miglioramento, ma inferiore alle attese. In realtà gli elevati prelievi idrici connessi al Canale Cavour riducono significativamente l'effettiva portata e la capacità di diluire gli inquinanti. Inoltre la presenza nell'area di estese coltivazioni risicole, spesso ad alto impatto ambientale, sfavorisce un miglioramento della qualità biologica, che potrebbe essere altrimenti atteso.

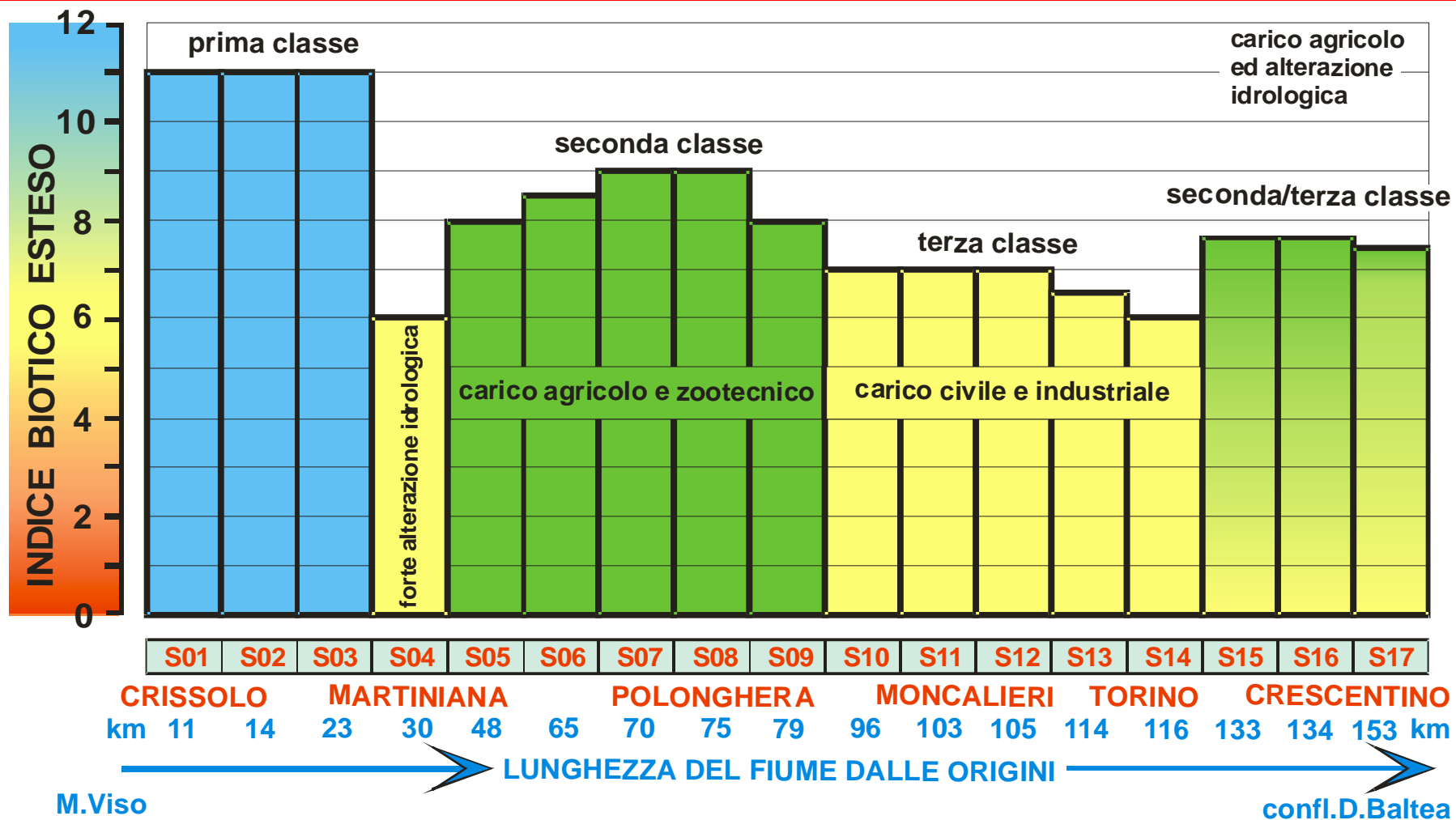


Fig. 16 - Qualità biologica delle acque valutata con la metodologia dell'Indice Biotico Esteso (IBE) valutata alle sezioni di riferimento 01 + 17 considerate sul tratto dell'asta fluviale del Po nei territori delle Province di Cuneo e di Torino.

6 - FUNZIONALITÀ FLUVIALE

Il sistema fiume non può essere ridotto alle sue componenti biotiche e/o idrauliche, pure se indispensabili alla sua caratterizzazione. La funzionalità di un corso d'acqua richiede la messa in relazione del sistema fluviale con l'ambiente circostante.

Il sistema fiume è infatti pesantemente condizionato sia dalle caratteristiche del territorio circostante, immediatamente confinante con esso, sia dallo stato dell'intero bacino così come definito negli scopi del metodo messo a punto per valutarne la funzionalità: l'indice di funzionalità fluviale (I.F.F.)¹⁶ il cui principale obiettivo "...consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato".

Tale indice permette, con l'ausilio di 14 parametri, corrispondenti ad altrettante domande sulle varie caratteristiche ambientali, idrauliche e biotiche del corso d'acqua di valutare la sua capacità di fornire una azione drenante ad eventuali inquinanti e di fornire una continuità tra il fiume e l'ambiente circostante. Il metodo, strutturato per essere applicato in qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di montagna che di pianura è stato applicato allo studio realizzato nell'ambito del progetto Interreg Aqua sul fiume Po.

Il Po, da monte a valle scorre in ambienti differenziati, sia da un punto di vista della morfologia dell'alveo che delle pendenze, delle portate, del paesaggio circostante e del grado di naturalità dell'ecosistema fluviale. Nel suo percorso passa dalle zone montane ad elevata pendenza, con roccia in posto, grandi massi ed alveo incassato, alle zone di pianura a lento decorso, con fondali limosi e presenza di vegetazione spondale, sommersa e semi sommersa. A questa situazione naturalmente differenziata si sovrappone un impatto antropico crescente da monte verso valle, in parte compensato dalla maggiore quantità d'acqua che dovrebbe naturalmente essere presente in alveo nelle zone poste più a valle. Come indicazione si avrà una valutazione della funzionalità fluviale espressa sinteticamente come un giudizio su una scala da I a V (da funzionalità elevata a funzionalità pessima).

I valori possono essere diversi nelle due sponde, in funzione di una diversità nell'ambiente circostante, anche se nei casi esaminati tale diversità non ha portato a significative (superiori o uguali ad una classe di qualità) differenze tra le diverse sponde. Nello schema sottostante (Tab. 7) vengono sinteticamente riportati i risultati relativi alle diverse stazioni, mediando tra i valori delle due diverse sponde.

La funzionalità fluviale segue con qualche eccezione l'andamento della qualità biologica delle acque (vedi capitolo precedente). Nelle stazioni prima e dopo l'area urbana di Torino la funzionalità fluviale risulta migliore (in genere tra la seconda e la terza classe), rispetto a quanto osservato nell'area urbana (terza, o tra la terza e la quarta classe). Il peggioramento è, anche per quel che riguarda la funzionalità fluviale, meno accentuato di quanto ci si aspetterebbe nell'area urbana. Come già riportato ciò è dovuto alla presenza, tranne che per la zona dei Murazzi, di una fascia perifluviale

¹⁶ AUTORI VARI, 2000. *I.F.F. Indice di Funzionalità fluviale*. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Roma2

legata ai parchi urbani. Il fiume, anche se irreggimentato, non corre in un alveo non naturale, anche in Torino. Si noti tuttavia che, a differenza di quanto osservabile con la qualità biologica delle acque, la situazione in Torino è difficilmente emendabile, a meno di un radicale sconvolgimento dell'assetto urbano. La presenza di una elevata densità di popolazione e di infrastrutture nella fascia alluvionabile richiede opere di arginatura, oltre che la predisposizione di aree di sfogo per eventi alluvionali, quali quelli avvenuti nel 1994 e nel 2000. L'area perifluviale è molto antropizzata, con una limitata estensione della fascia vegetata. Oltre a ciò si sommano i già citati problemi di inquinamenti da scarichi industriali e fognari. Si può persino ipotizzare che in prospettiva la situazione possa peggiorare, con la realizzazione di opere di difesa spondale, come tentativo di dare risposta alle richieste di maggiore tutela per gli eventi alluvionali. Un esempio è rappresentato dalla stazione S14, a monte della confluenza con la Stura di Lanzo. In tale stazione la recente realizzazione di rive artificiali, in massi, ha ulteriormente ridotto la funzionalità fluviale.

Tab. 7 – Indice di funzionalità fluviale e classe di funzionalità fluviale in corrispondenza delle sezioni di riferimento (N) lungo il fiume Po nei territori delle Province di Cuneo e di Torino.

N	località	Comune	Altitudine	Punteggio per sponda	
			m s.l.m.	destra	sinistra
06	Confl. Pellice	Faule	250	200	210
07	Confl. Varaita	Pancalieri	240	205	195
08	Confl. Maira	Polonghera	237	195	185
09	Confl. Ricchiardo	Carmagnola	236	210	175
10	Confl. Banna	Carignano	230	141	141
11	Confl. Chisola	Moncalieri	225	108	108
12	Confl. Sangone	Moncalieri	222	170	171
13	Confl. D.Riparia	Torino	220	146	156
14	confl. St. Lanzo	Torino	212	136	107
15	Confl. Malone	Brandizzo	184	155	185
16	Confl. Orco	Chivasso	183	186	171
17	Confl. D. Baltea	Crescentino	150	210	195

Nella tab. 8 vengono invece ripartite, voce per voce, le risposte alle domande relative alla funzionalità fluviale. Per ogni parametro considerato viene riportato per semplicità di confronto un punteggio da 1 a 4 (dal migliore al peggiore), tarato a seconda della domanda. I dati riportati sono poi stati poi riaggregati unificando le domande pertinenti ad una stessa caratteristica. Come si può osservare dai dati in tabella esistono caratteristiche più discriminanti, ed occorre tenere presente che l'indice di funzionalità fluviale è una sintesi. Per esempio le caratteristiche idrauliche, generalmente piuttosto buone, risultano poco discriminanti, come le caratteristiche biologiche, significativamente alterate lungo tutto il tratto esaminato. Maggiori differenze si riscontrano invece nelle caratteristiche vegetazionali e nella struttura dell'alveo. In generale si osserva uno schema abbastanza omogeneo, che evidenzia un peggioramento della funzionalità fluviale nell'area urbana ed una ripresa, a valori anche superiori a quelli osservati, a valle della città.

Tab. 8 - Parametri di funzionalità fluviale nelle stazioni del Po tratto Torinese in corrispondenza delle stazioni S01 ÷ S17.

	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
1) Territorio circostante	2	2	2	2	2	1	3	1	1.5	3.2	4	4
2) Vegetazione fascia perifluviale	4	4	4	3.5	2.3	2.3	2.5	2.7	2.3	3.5	3.5	3
3) Ampiezza della fascia vegetazionale	2.5	2	2	2.5	2	2	2	2.5	2	2.5	2.5	3
4) Continuità fascia vegetazione perifluviale arborea arbustiva	4	3.5	3.5	2.5	3	2	3	3	2	3	3	3.5
5) Condizioni idriche dell'alveo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
6) Conformazione rive	4	4	4	3	3	3	3.5	3	2.5	3	3.5	3.5
7) Strutture ritenzione apporti trofici	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3
8) Erosione	4	4	3	3.5	1	1	3.5	3	2.5	3	2.5	3.5
9) Sezione trasversale	4	4	3	4	3	2	3	3	2	3	3	3
10) Struttura del fondo dell'alveo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
11) Raschi pozze o meandri	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
12) Componente vegetale in alveo	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3
13) Detrito	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3
14) Comunità macrobentonica	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Caratteristiche vegetazionali (1-4)	12.5	11.5	11.5	10.5	9.3	7.3	10.5	9.2	7.8	12.2	13	13.5
Caratteristiche idrauliche (5-6)	8	8	8	7	7	7	7.5	7	6.5	7	6.5	6.5
Struttura alveo (7-11)	16	16	14	16.5	12	9	14.5	14	12.5	13	13.5	14.5
Caratteristiche biologiche (12-14)	8	9	9	8	8	7	8	6	6	7	7	8

In dettaglio si può osservare:

- 1) Le caratteristiche vegetazionali, sono mai ottimali e quindi il punteggio massimo non viene mai raggiunto, esse risultano leggermente migliori nelle stazioni più a valle di Torino, rispetto a quelle a monte. Ciò è dovuto alla presenza di una più vasta area alluvionabile che ha scoraggiato pratiche agricole o costruzioni nei pressi del corso d'acqua.
- 2) Le caratteristiche idrauliche, sebbene generalmente buone, tendono a peggiorare da monte a valle, in questo caso senza, almeno per le stazioni considerate, un deciso degrado nell'area urbana. La presenza di elevati prelievi d'acqua ha probabilmente alterato le caratteristiche idrauliche del fiume.
- 3) La struttura dell'alveo presenta invece un degrado abbastanza netto all'ingresso dell'area urbana, anche in questo caso almeno in parte dovuto ai notevoli prelievi, ma anche alla presenza di opere di irreggimentazione idrauliche. Dopo l'area urbana i parametri migliorano, senza tuttavia ritornare alle condizioni osservate in precedenza, soprattutto a causa dei significativi prelievi idrici.
- 4) Le caratteristiche biologiche, a parte un peggioramento nell'area urbana ed immediatamente successiva, descritta nel capitolo precedente non evidenziano invece differenze molto rilevanti. Occorre sottolineare che l'indice di funzionalità fluviale non è tarato per ottimizzare l'effetto dei parametri di qualità biologica delle acque, che deve invece essere valutata con parametri più specifici.

7 - TIPOLOGIE FLUVIALI

L'individuazione delle tipologie ambientali fluviali costituisce una fase importante degli studi riguardanti gli ecosistemi fluviali in generale e l'ittiofauna in particolare. Esse dipendono dalle caratteristiche ambientali in funzione delle condizioni adatte alle cenosi acquatiche, pertanto non mutabili nel tempo. L'assenza di determinate specie caratteristiche di una zona o l'insediamento di altre tipiche di zone diverse, è imputabile ad alterazioni antropiche. Il riscontro di comunità diverse da quelle tipiche della zona implica la revisione delle modalità di gestione della fauna ittica e/o interventi di recupero ambientale.

La caratterizzazione della tipologia ambientale relativa ad una determinata stazione di campionamento è fondamentale, in quanto lo stato della comunità ittica rinvenuta in fase di campionamento, in termini di composizione delle specie e loro relative abbondanze, va confrontato con quello atteso in condizioni naturali, cioè la **comunità ittica di riferimento** in assenza di alterazioni di origine antropica, ma questa dipende soprattutto dalle condizioni ambientali dell'ambiente fluviale, cioè dal tipo di zona.

La classificazione delle tipologie fluviali costituisce quindi un elemento essenziale, così come fondamentale risulta la scelta dei parametri ambientali da utilizzare per la classificazione stessa. Occorre comunque precisare che 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, seppure comode, schematizzazioni. Nello specifico si riportano alcuni parametri da considerare prioritariamente nel tentativo di predisporre una classificazione, ma da valutare con grande cautela, accettando come lecita, in quanto ineludibile, anche una certa soggettività dei naturalisti (suffragata dalla loro esperienza) nell'interpretare le condizioni ambientali generali osservabili in fase di campionamento. I principali parametri ambientali individuati per la porzione occidentale del bacino del Po, sono quindi i seguenti:

- **limiti climatici altitudinali** in funzione delle definizioni risultanti dalla letteratura climatologica; vengono considerate le altitudini delle stazioni di campionamento, le altitudini massime dei bacini sottesi alle stazioni stesse, con particolare attenzione, ove possibile, all'estensione delle fasce altimetriche, importanti nel determinare le condizioni climatiche medie non solo del tratto di asta fluviale in studio, ma anche e soprattutto del territorio che lo alimenta;
- **regimi idrologici** in funzione delle definizioni risultanti dalla letteratura idrologica; si tratta in realtà di un insieme di parametri (valori assoluti e specifici delle portate più significative) strettamente correlati con i fattori di cui al punto precedente ed in particolare con le condizioni climatiche medie nell'intorno delle stazioni di campionamento e soprattutto con i regimi termico e pluviometrico dei bacini sottesi alle stesse;
- **pendenza dell'alveo** alla quale sono associate le caratteristiche morfo-idrauliche e litologiche dell'ambiente fluviale, molto importanti nel condizionare la composizione delle cenosi acquatiche;
- **indice fisico di produttività**, quale parametro di sintesi di alcune componenti ambientali morfometriche ed idrologiche;
- **comunità ittica di riferimento** in funzione delle tipologie ambientali.

Sulla base dei criteri succitati, per la porzione occidentale del bacino del Po sono state individuate due macro-tipologie (o aree Z1 e Z2) e precisamente (fig. 17):

<p>Z1 (Area di pertinenza alpina - sublitoranea alpina e/o occidentale)</p>	<p>Fiume Po. Tributari di sinistra del fiume Po ad esclusione di quelli con regime pluviale sublitoraneo padano e/o con portata specifica di magra normale estiva (o di durata pari a 355 giorni) inferiore a 2 l/s/km². Tributari di destra del fiume Po a monte della confluenza con il Ricchiardo. Fiume Tanaro a monte della confluenza con il Bobore/Trivera e suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra per altitudini superiori a 600 m s.l.m.</p>
<p>Z2 (Area di pertinenza appenninica - sublitoranea appenninica e/o padana)</p>	<p>Fiume Tanaro a valle della confluenza con il Bobore/Trivera, suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e tutti i tributari di destra per altitudini inferiori a 600 m s.l.m. Tributari di sinistra del fiume Po con regime pluviale sublitoraneo padano e/o con portata specifica di magra normale estiva (o di durata pari a 355 giorni) inferiore a 2 l/s/km². Tutti i tributari di destra del fiume Po a Est del Tanaro</p>

Le aree Z1 e Z2 sono state quindi ulteriormente suddivise in zone e precisamente:

aree	zone	
Z1	Z1.1	zona salmonicola superiore
	Z1.2	zona salmonicola inferiore
	Z1.3	zona mista
	Z1.3	zona ciprinicola
Z2	Z2.1	zona salmonicola
	Z2.2	zona mista
	Z2.3	zona ciprinicola

Z1.1 (zona salmonicola superiore)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina sulle testate dei principali bacini, generalmente con superfici dei bacini sottesi inferiori a 100 km² o affluenti dei corsi d'acqua appartenenti alle categorie Z1.2 e Z1.3. Il regime idrologico è nivoglaciale o nivopluviale (a seconda dell'altitudine massima del bacini sottesi, rispettivamente superiore o inferiore a 3.100 m s.l.m., limite climatico delle nevi persistenti), in qualche raro caso anche pluviale sublitoraneo alpino e/o occidentale. La portata di magra normale (o di durata pari a 355 giorni) è invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 l/s/km².

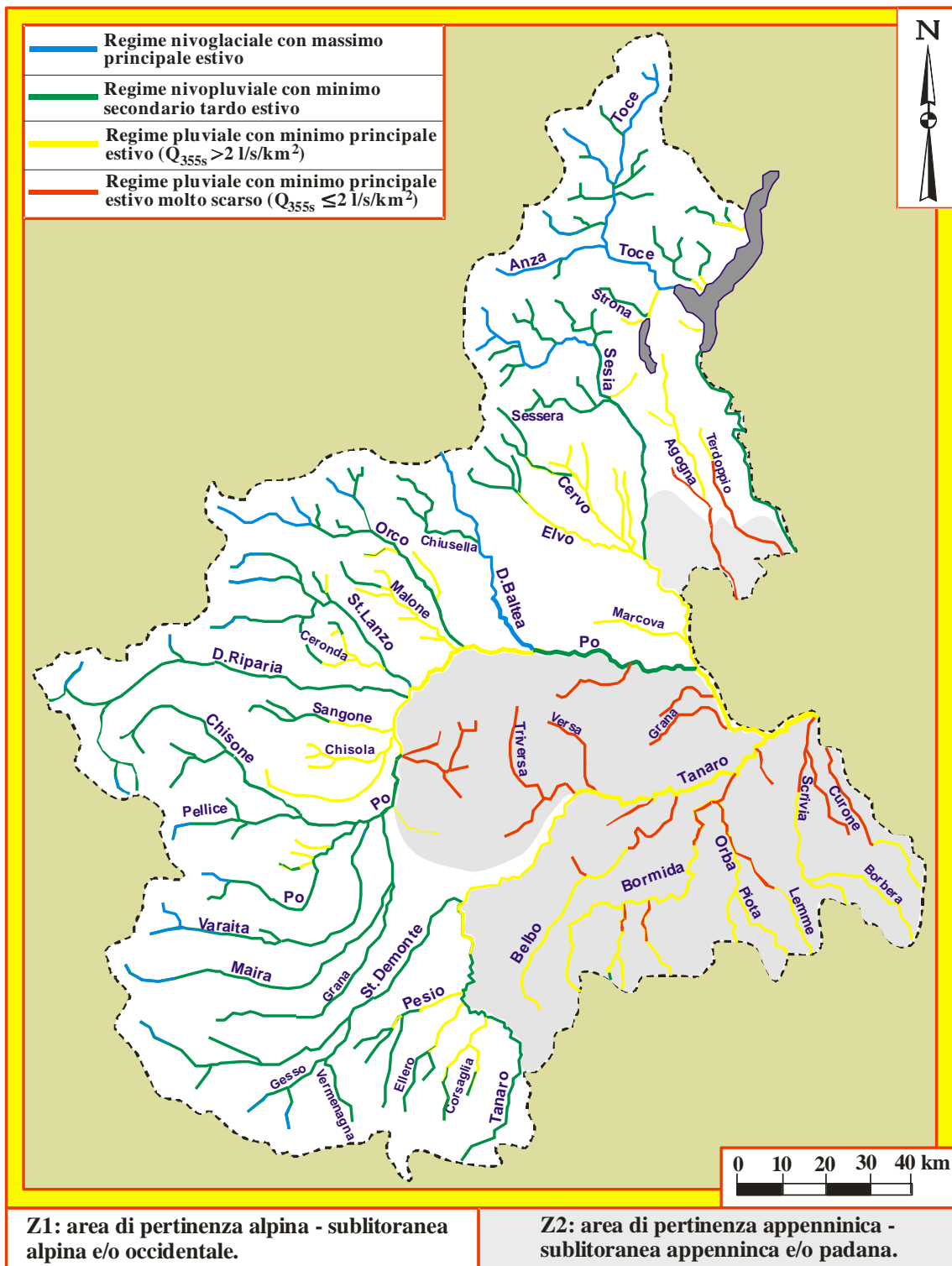


Fig. 17 - Classificazione dei regimi idrologici dei principali corsi d'acqua del reticolo idrografico piemontese e individuazione delle macro-tipologie Z1 (in chiaro) e Z2 (in grigio). Tutti le tipologie fluviali comprese nei parchi regionali impegnati nel progetto Interreg "Aqua" sono comprese nell'area Z1.

Sono torrenti di alta montagna e porzioni superiori e medie degli affluenti dei corpi idrici principali delle maggiori vallate alpine, caratterizzati da elevate pendenze (intorno al 5 %, ma anche fino al 15 %), 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 (600 m s.l.m.) e dello zero termico medio del trimestre invernale (1.700 m s.l.m.), su versanti acclivi e caratterizzati da una copertura forestale in grado di garantire una buona ombreggiatura che limita il riscaldamento estivo delle acque.

I valori assoluti delle portate idriche sono limitati, per le ridotte dimensioni dei bacini sottesi, con valori medi annui inferiori a $2 \div 3 \text{ m}^3/\text{s}$ 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, solitamente quelli alimentati da versanti collinari e pedemontani caratterizzati da minori potenzialità idriche che, nelle fasi di magra più pronunciata, garantiscono appena la presenza dell'acqua. L'indice fisico di produttività vale indicativamente $I_{pf} \leq 3$.

Sono ambienti caratterizzati da condizioni limiti per la sopravvivenza di fauna acquatica: acque naturalmente torbide e molto fredde anche in estate per i torrentelli alimentati dai nevai e dai ghiacci in alta montagna, 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 è costituita da salmonidi accompagnati dallo scazzone; oppure, anche in assenza di alterazioni, potrebbe risultare assente, soprattutto nei più piccoli torrenti alle più elevate altitudini, fortemente limitati dalle condizioni climatiche eccessivamente rigide o in corsi d'acqua minori caratterizzati da notevoli pendenze e da salti invalicabili per gli spostamenti longitudinali dei 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 Z1.1. Si tratta di tipologie fluviali classificate come zone ittiche a trota fario secondo la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese".³

La tipologia Z1.1, lungo il fiume Po, è rappresentata nel tratto compreso tra le origini e la confluenza con il Lenta (S01 e S02).

Z1.2 (zona salmonicola inferiore)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina generalmente con superfici dei bacini imbriferi sottesi superiori a 100 km^2 , costituenti i corpi idrici principali delle porzioni mediana e terminale delle vallate alpine fino allo sbocco nell'alta pianura cuneese e della sinistra del Po 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. Anche per questa tipologia ambientale la portata di magra normale (o di durata pari a 355 giorni) è invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 l/s/km^2 .

Gli alvei sono caratterizzati da una pendenza decisamente inferiore rispetto a quelli della precedente Z1.1, con valori mediamente compresi nell'intervallo $3 \div 8 \%$, tanto che difficilmente sono riscontrabili salti invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente permane grossolana, ancora accompagnata da massi, ma 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 caratteristiche climatiche rigide; i processi evapotraspirativi sono quindi 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 10 m³/s, mentre i valori assoluti delle portate di magra raramente scendono sotto i 300 l/s. L'indice fisico di produttività vale indicativamente $I_{pf} = 3 \div 5$.

Nella maggior parte dei casi sono i tratti fluviali posti a valle delle zone salmonicole superiori (Z1.1), ma l'individuazione dell'ambito di passaggio tra le due zone può risultare poco agevole. Solitamente la zona Z1.2 sottende bacini con fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale (1.700 m s.l.m.). Se queste sono poco estese (ma almeno costituenti il 25 % circa del bacino sotteso) il limite superiore della Z1.2, in assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna, potrebbe estendersi anche ad altitudini significativamente superiori a 1.000 m, relegando decisamente la Z1.1 alle aree prossime alle sorgenti. Al contrario, con ampie superfici superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo (2.700 m s.l.m.) e soprattutto quando l'altitudine massima del bacino sotteso è superiore al limite climatico delle nevi persistenti (3.100 m s.l.m.), il limite della Z1.2 potrebbe scendere di alcune centinaia di metri. Tale fenomeno risulta particolarmente evidente nei corsi d'acqua caratterizzati da uno spiccato regime nivoglaciale (es. bacino della Dora Baltea, Alto Sesia e Toce).

Si tratta di ambienti generalmente più produttivi e caratterizzati da una fauna ittica più diversificata rispetto alla precedente tipologia e sono classificati come zone ittiche a trota marmorata e/o temolo secondo la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"³. La comunità ittica di riferimento è costituita da 5 specie: soprattutto trota marmorata e scazzone con popolazioni consistenti e, con una certa frequenza, anche il temolo; le specie di accompagnamento sono essenzialmente i ciprinidi con più spiccate attitudini reofile, quali il vairone, che già può costituire popolazioni apprezzabili e qualche barbo canino. Può essere presente anche l'anguilla e comparire la savetta, seppure come occasionale.

La tipologia Z1.2, lungo il fiume Po, è rappresentata nel tratto compreso dalla confluenza con il Lenta a Martiniana (S03 e S04).

Z1.3 (zona mista)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina generalmente con superfici dei bacini imbriferi sottesi superiori a 300 ÷ 400 km², costituenti i corpi idrici principali significativamente a valle dello sbocco delle vallate alpine nell'alta pianura cuneese e della sinistra del Po. Il regime idrologico è nivopluviale, raramente nivoglaciale o di transizione con quello pluviale, quasi mai francamente pluviale. Anche per questa tipologia ambientale la portata di magra normale (o di durata pari a 355 giorni) è invernale, con valori specifici raramente inferiori a 4 l/s/km².

Gli alvei sono caratterizzati da pendenze con valori mediamente compresi nell'intervallo 1 ÷ 4 %, con assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente è costituita da ghiaia, prevalentemente media ed in minor parte grossolana, da rari massi, e roccia in posto assente, insieme a vasti banchi di ghiaia fine e di sabbia; decisamente rare le granulometrie più fini.

I bacini sottesi, analogamente alle zone Z1.2 presentano una buona porzione di fasce altimetriche elevate, caratterizzate da buone potenzialità idriche. Tenuto conto della maggiore estensione dei bacini stessi si hanno buone portate, con valori medi annui che possono superare i $10 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre i valori assoluti delle portate di magra raramente scendono sotto i 1.000 l/s . L'indice fisico di produttività vale indicativamente $I_{pf} = 4 \div 7$.

Nella maggior parte dei casi sono ambienti che caratterizzano tratti fluviali posti a valle delle zone salmonicole. Nei bacini meno estesi e con altitudini massime inferiori al limite climatico dello zero termico medio annuo (2.700 m s.l.m.) ed in assenza di regimi idrologici di tipo nivoglaciale in testata, la zona superiore è generalmente una Z1.1, ed il passaggio alla zona mista si colloca, grosso modo, nella fascia pedemontana ($200 \div 500 \text{ m s.l.m.}$), comunque sotto il limite climatico dello zero termico medio di gennaio (600 m s.l.m.). Nei bacini più estesi e con altitudini massime superiori al limite di 2.700 m s.l.m. ed ancor più in quelli con altitudine massima superiore al limite climatico delle nevi persistenti (3.100 m s.l.m.) e con regimi idrologici nivoglaciali almeno in testata, sono superiormente presenti entrambe le zone Z1.1 e Z1.2. Le elevate portate e l'origine in quota di buona parte dei deflussi comportano 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.

Possono costituire ambienti classificabili in Z1.3 anche i corsi d'acqua con bacini interamente o in buona parte, impostati in fasce altimetriche inferiori al limite climatico dello zero termico medio mensile, con altitudini massime prossime o poco superiori a 600 m s.l.m. , con regime idrologico pluviale non classificabili in Z1.1 per condizioni evidentemente adatte ai ciprinidi reofili e nei quali l'eventuale presenza di salmonidi è sostenuta da immissioni, oppure di risalita dal corpo idrico recettore.

Si tratta di ambienti generalmente caratterizzati da una buona produttività e da una fauna ittica ben diversificata e sono classificati come alte zone ittiche a ciprinidi reofili o di transizione rispetto a quelle a Marmorata e/o temolo secondo la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"³. La comunità ittica di riferimento è costituita da 9 specie. Tra i ciprinidi risultano quelli più spiccatamente reofili quali vairone, sanguinerola, barbo e barbo canino, ma anche lasca, seppure con popolazioni sporadiche; il cavedano compare con buone popolazioni (difficilmente abbondante); sono ancora presenti specie tipiche della zona superiore, in grado di costituire popolazioni relativamente abbondanti, quali trota marmorata, temolo e scazzone. Può essere presente anche l'anguilla e comparire la savetta, seppure come occasionale.

La tipologia Z1.3, lungo il fiume Po, è rappresentata nel tratto compreso da Martiniana a Carmagnola (S05 ÷ S09).

Z1.4 (zona ciprinicola)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza alpina generalmente con superfici dei bacini imbriferi molto variabili, talora costituenti i tratti terminali e di limitata lunghezza dei principali tributari del Po ed a valle delle zone Z1.2 e soprattutto Z1.3, molto raramente a valle delle Z1.1. Possono anche costituire tratti fluviali decisamente 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 caratterizzati da ampie superfici poste sotto il limite climatico dello zero termico medio di gennaio (600 m s.l.m.); 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 (sublitoraneo occidentale e/o alpino), in qualche raro caso di transizione con il nivopluviale. Per questa tipologia ambientale la portata di magra normale (o di durata pari a 355 giorni) è estiva, con valori specifici comunque non inferiori a 2 l/s/km².

Gli alvei sono caratterizzati da pendenze con valori inferiori al 2 %, con assenza di salti naturali invalicabili per l'ittiofauna. La granulometria prevalente è costituita più raramente da ghiaia (soprattutto fine/media quando presente) e più frequentemente da vasti banchi di sabbia e/o di peliti. L'indice fisico di produttività vale indicativamente $I_{pf} \geq 7$.

Si tratta di ambienti generalmente caratterizzati da una elevata produttività e da una fauna ittica ben diversificata e sono classificati come basse zone ittiche a ciprinidi reofili o a ciprinidi limnofili secondo la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"³. La comunità ittica attesa è costituita da 12 specie, quasi tutti ciprinidi; dominano il cavedano, il barbo ed ancora il vairone, risultano ancora presenti, lasca, sanguinerola e barbo canino, mentre significativa è la presenza delle specie limnofile, quali triotto, scardola, alborella, alle quali si aggiunge il gobione; a tali specie occorre inoltre aggiungere il cobite comune ed il ghiozzo padano.

La tipologia Z1.4, lungo il fiume Po, è rappresentata a valle di Carmagnola (S10 ÷ S17).

Z2.1 (zona salmonicola)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica sulle testate dei principali bacini, generalmente con superfici dei bacini sottesi inferiori a 100 km², 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 (1.700 m s.l.m.). Possono costituire ambienti classificabili in Z2.1, 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 km² (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 (600 m s.l.m.), molto raramente fino a 400 ÷ 500 m s.l.m.

Nei corsi d'acqua principali gli alvei sono interessati da prevalenti situazioni di erosione, con pendenze intorno al 3 ÷ 6 %, 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 %), 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 1.000 l/s, con minime annue invernali di poche decine di l/s in corrispondenza dei tratti spiccatamente montani e minime annue estive verso valle di poco superiori e caratterizzate da

contributi specifici di $2 \div 3 \text{ l/s/km}^2$. L'indice fisico di produttività vale $I_{pf} \leq 3$ (frequentemente $I_{pf} \leq 2$)

Sono ambienti classificati come zone ittiche a trota fario secondo la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"³, 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 ittiche. La comunità tipica è infatti costituita da vairone e da barbo canino. Oppure, anche in assenza di alterazioni, potrebbe risultare assente, soprattutto nei più piccoli torrenti alle più elevate altitudini, caratterizzati da notevoli pendenze e da salti invalicabili per gli spostamenti longitudinali dei pesci; in tali situazioni la presenza di comunità ittiche potrebbe essere conseguenza di immissioni, soprattutto con trote fario.

La tipologia Z2.1 non è rappresentata in tutto il corso del fiume Po.

Z2.2 (zona mista)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica nelle medie vallate dei principali bacini, generalmente in ambienti posti sotto il limite dello zero termico medio di gennaio (600 m s.l.m.) e con regime idrologico francamente pluviale, ma con portata specifica di magra normale estiva (o di durata pari a 355 giorni) pari o superiore a 2 l/s/km^2 . Nei bacini con apprezzabili estensioni areali delle fasce altimetriche prossime al limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale (1.700 m s.l.m.) il passaggio dalla Z1.1 alla Z1.2 può risultare inferiore al limite succitato, fino anche a 400 ÷ 500 m s.l.m. Nelle porzioni superiori dei bacini con fasce altimetriche elevate meno estese, ma con altitudine massima almeno superiore a 600 m s.l.m., risulta assente la Z1.1 e la classificazione in Z2.2 può interessare tutto il reticolo idrografico.

Le portate medie annue sono molto variabili in funzione dell'estensione dei bacini sottesi, caratterizzate da valori specifici relativamente elevati per l'abbondanza delle precipitazioni sul versante settentrionale dell'Appennino. Il regime pluviometrico è sublitoraneo appenninico, con 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 (o di durata pari a 355 giorni) raramente inferiori a 2 l/s/km^2 . Tale situazione idrologica consente comunque deflussi estivi discreti ed il mantenimento di condizioni idrauliche idonee ad organismi reofili. Le pendenze rimangono relativamente elevate, intorno a $1 \div 3 \%$ (ma talora anche leggermente inferiori) e si hanno alternanze di situazioni di erosione e di depositi insieme ad una accentuata diversificazione dei materiali litoidi; infatti si possono rinvenire brevi tratti con fondali profondi con roccia in posto, zone con ghiaie talora grossolane e addirittura con massi relativamente frequenti ed altre zone dominate da materiali con granulometrie decisamente più fini, fino alla sabbia, ma raramente pelitici.

Sono ambienti classificati come zone ittiche a ciprinidi reofili secondo la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"³ e nei quali la comunità ittica tipica è costituita da 9 specie, soprattutto ciprinidi. Troviamo infatti, più o meno abbondanti, cavedani, vaironi, lasche e barbi; un po' meno frequenti sono il gobione, l'alborella ed il barbo canino. Sui fondali sabbiosi si trovano inoltre il cobite comune ed il ghiozzo padano.

La tipologia Z2.2 non è rappresentata in tutto il corso del fiume Po.

Z2.3 (zona ciprinicola)

Corsi d'acqua dell'area di pertinenza appenninica scorrenti nelle aree di pianura, solitamente a quote inferiori a 200 m s.l.m., a valle delle zone Z2.2 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 (1.700 m s.l.m.). I reticoli idrografici alimentati da bacini con altitudini massimi inferiori a 600 m s.l.m. sono interamente classificabili in Z2.3.

Anche per questi ambienti i valori delle portate medie annue sono assai variabili in funzione delle estensioni dei bacini sottesi, ma ciò che più interessa del regime idrologico di tali tipologia ambientali è il regime medio, caratterizzato da forti magre estive, con valori specifici anche significativamente inferiori a 2 l/s/km², spesso su ampi letti fluviali dominati da materiali prevalentemente pelitici, con qualche banco di sabbia e qualche raro ghiareto, per la pendenza infatti assai modesta (< 1 %). I più piccoli corsi d'acqua di origine collinare presentano granulometrie dei fondali un po' più grossolane e pendenze un po' più accentuate, ma la magra estiva rimane comunque il maggiore fattore limitante, accentuato dalle minori superfici dei bacini sottesi.

Le condizioni sopra descritte sono quelle tipiche di zone ittiche a ciprinidi limnofili definite dalla "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"³. La comunità ittica tipica è infatti costituita una decina di specie, tra le quali dominano i ciprinidi quali triotto, cavedano, scardola, alborella e gobione; il vairone è meno frequente, ma è potenzialmente possibile rinvenire ancora buone popolazioni di barbo ne di lasca. Relativamente abbondanti possono essere il cobite comune ed il ghiozzo.

La tipologia Z2.3 non è rappresentata in tutto il corso del fiume Po.

La **tab. 9** considera le tipologie ambientali appena descritte, indicando le possibili comunità ittiche di riferimento, naturalmente ipotizzando l'assenza di specie esotiche. Si osserva che la maggiore ricchezza faunistica si riscontra nelle zone miste e ciprinicole, ma relativamente buona risulta anche nella zona salmonicola inferiore (Z1.2). Come atteso risulta invece modesta per i tratti a monte della zona a salmonidi (Z1.1 e ZP2.1), dove sono probabili poche specie. Il numero di specie aumenta da monte a valle.

In particolare, nell'area di pertinenza alpina (Z1), la comunità di riferimento della zona salmonicola superiore Z1.1 risulta costituita soltanto da trota e scazzone; in Z1.2 si aggiungono temolo, vairone e barbo canino, ma il numero di specie diventa significativo (9) nella zona mista (Z1.3), in quanto ai pesci precedenti si aggiungono ciprinidi tipicamente reofili; la maggiore diversificazione risulta per la zona ciprinicola (Z1.4) con ben 13 specie.

Analogo discorso vale per l'area di pertinenza appenninica (Z2) nella quale si passa da due specie (vairone e barbo canino) nella zona salmonicola (Z2.1) a 9 specie nella zona mista (Z2.2) e a 10 specie in quella ciprinicola (Z2.3). Le due aree si distinguono nettamente in quanto risulano assenti la trota marmorata ed il temolo e del tutto occasionale lo scazzone in quella di pertinenza appenninica

Tab. 9 - Comunità ittiche di riferimento relative alle principale tipologie (Z) dei corsi d'acqua del bacino occidentale del Po, con indicazione, per ciascuna specie, dei valori intrinseci (V) degli indici di abbondanza (Ia), degli indici di rappresentatività (Ir), dei punteggi (P).

Denominazione volgare	V	Area di pertinenza alpina (Z1)												Area di pertinenza appenninica (Z2)								
		Z1.1			Z1.2			Z1.3			Z1.4			Z2.1			Z2.2			Z2.3		
		Ia	Ir	P	Ia	Ir	P	Ia	Ir	P	Ia	Ir	P	Ia	Ir	P	Ia	Ir	P	Ia	Ir	P
Triotto	3										1	1	3							2÷4	2	6
Cavedano	1							2	2	2	3/4	2	2				2÷4	2	2	3/4	2	2
Vairone	4				2	2	8	2÷4	2	8	2÷3	2	8	2/3	2	8	2÷3	2	8	1	1	4
Sanguinerola	2							2	2	4	2	2	4				(1)	(1)	(2)			
Scardola	1										1	1	1							2/3	2	2
Alborella	3										2/3	2	6				1	1	3	2÷4	2	6
Lasca	6							1	1	6	2÷4	2	12				2÷4	2	12	2÷4	2	12
Gobione	1										2÷4	2	2				2	2	2	2÷4	2	2
Barbo	2							2	2	4	2÷4	2	4				2÷4	2	4	2/3	2	4
Barbo canino	4				1	1	4	2÷4	2	8	1	1	4	2	2	8	1	1	4			
Cobite comune	2										2	2	4				2	2	4	2/3	2	4
Trota marmorata	6	2	2	12	2÷4	2	12	2÷4	2	12	(1)	(1)	(6)									
Temolo	3				2/3	2	6	2÷4	2	6												
Scazzone	2	2÷4	2	4	2÷4	2	4	2/3	2	4												
Ghiozzo padano	3										2÷4	2	6				2÷4	2	6	2÷4	2	6

∅ Anguilla, Pigo e savetta sono specie con areali di distribuzioni attuali molto frammentati e con abbondanze delle popolazioni molto variabili, anche in origine, la cui presenza pertanto non viene ritenuta essenziale per le descrizioni delle comunità ittiche di riferimento.

∅ Tinca, luccio e persico reale sono specie con caratteristiche analoghe alle precedenti ed inoltre più tipiche delle acque stagnanti ed in parte occasionali in quelle correnti. Anche esse pertanto non sono considerate essenziali per le descrizioni delle comunità ittiche di riferimento.

∅ I valori indicati tra parentesi e relative alla sanguinerola ed alla trota marmorata in alcune tipologie ambientali indicano presenze occasionali e non determinanti ai fini delle descrizioni delle comunità ittiche di riferimento.

8 - L'ITTI OFAUNA DEL PO

L'ittiofauna del Po è stata ampiamente studiata nell'ambito della redazione della Carta Ittica Regionale³ e di uno studio su scala di bacino condotto dal C.R.E.S.T.³ Recentemente è stata oggetto di approfondite indagini che hanno permesso di ottenere un quadro approfondito della situazione attuale¹⁷, anche con l'applicazione di una nuova metodologia di determinazione dell'Indice Ittico (I.I.).¹⁸ La **tab. 10** e la **fig. 18** riportano i dati di sintesi.

Emerge, come atteso, una quinta classe per la zona ZP1.1, il cui limite inferiore può essere posto alla confluenza con il Lenta, anche se in realtà i campionamenti hanno evidenziato popolazioni dominanti, molto spesso monospecifiche, di trote fario di ceppo atlantico, anche nel tratto medio del Po, a monte di Sanfront. A monte della confluenza con il Lenta il Po ha caratteristiche nettamente torrentizie, con salti naturali difficilmente valicabili da parte dell'ittiofauna (come tipico delle ZP1.1). Verso valle le caratteristiche idrodinamiche e morfologiche del fiume sembrano adatte ad ospitare popolazioni ittiche tipiche della zona a marmorata e/o temolo, quindi con specie caratterizzate da elevati valori intrinseci (V). A valle del Lenta, però (nell'area di Sanfront), la classe di qualità della comunità ittica si attesta intorno alla quarta/quinta e solo dalla confluenza con il Croesio si raggiunge una modesta terza classe, che permane fino alla confluenza con il Torto. Ciò denuncia una evidente alterazione dello stato delle comunità ittiche in un tratto fluviale che, a livello potenziale, dovrebbe risultare in prima/seconda classe, con valori dell'I.I. prossimi a 30.

Nel succitato studio del C.R.E.S.T.³ si attribuisce tale situazione alla forte alterazione del regime idrologico a valle di Sanfront, determinata dalle captazioni idriche per fini irrigui che prosciugano il letto del fiume nella stagione estiva nella zona di Martiniana in tutti gli anni; negli anni più caldi e meno piovosi tale fenomeno interessa tutto il corso del Po da Sanfront alla confluenza con il Torto. L'assenza di acqua determina conseguenze gravi dirette sul tratto fluviale sotteso dalle derivazioni e forti limiti alle migrazioni della fauna ittica e quindi conseguenze negative indirette anche sul tratto fluviale a monte. Ciò spiega l'assenza di specie importanti (trota marmorata e temolo) a monte di Paesana. In questo caso l'I.I. permette di segnalare gravi elementi di alterazione, meno evidenti mediante altri tipi di indagini.

Il Po migliora a valle del tratto soggetto a prosciugamento e si entra in zona mista (Z1.3); già presso le confluenze con il Bronda ed il Torto, grazie all'azione di autodepurazione, passa in seconda classe e raggiunge la prima nella zona di Revello. Si segnala il tratto di Villafranca, con 8 specie autoctone ed assenza di quelle alloctone (I.I. = 42). Va inoltre ricordata l'anomala esiguità delle popolazioni di temolo e lasca, fatto che ha

¹⁷ PROVINCIA DI TORINO, 2005. *Fiume Po: miglioramento della fruibilità delle sponde e della capacità biogenica del corso d'acqua* (Censimento e distribuzione delle specie ittiche, esame delle dinamiche relative alle migrazioni trofiche e riproduttive, interazioni con le interruzioni della continuità biologica longitudinale ed ipotesi gestionali). Settore Tutela Fauna e Flora dell'Amministrazione Provinciale di Torino.

REGIONE PIEMONTE, 2005. *Monitoraggio della fauna ittica nei corsi d'acqua piemontesi*. Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche. Torino.

¹⁸ FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2004 (in stampa). *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po*. Atti X Conv Naz. A.I.I.A.D. - Pescara (28-29 marzo 2004).

FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2005. *Proposta di indice ittico (I.I.) per il bacino occidentale del Po e prime applicazioni in Piemonte*. Riv. Piem. St. Nat., XXVI. Carmagnola (To).

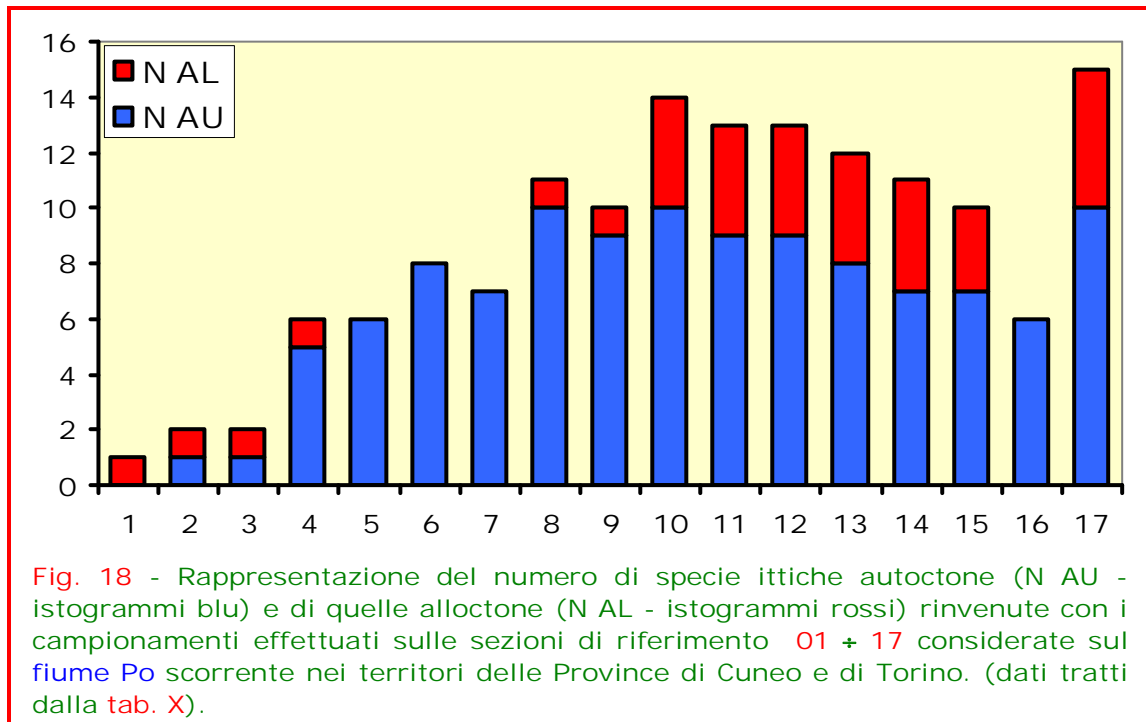
contribuito ad una perdita da 5 a 10 punti dell'I.I. nella porzione media e bassa del tratto cuneese del Po.

Tab. 10 - Indici di rappresentatività (Ir) relativi alle diverse specie ittiche rinvenute in occasione dei campionamenti effettuati sulle sezioni di riferimento (S01 ÷ S17) sul fiume Po scorrente nei territori delle Province di Cuneo e di Torino. È anche indicato, per ogni sezione, la tipologia fluviale (Z) ed il numero totale delle specie, distinguendo quelle autoctone (AU) da quelle alloctone (AL).

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
Trota fario	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Trota marmor.	0	0	0	0	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Temolo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luccio	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Alborella	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	2	1	2	1	0	2
Barbo	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	0	0	2	1	1	1	2
Barbo Canino	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carassio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	2	0	1
Carpa	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	0	1
Cavedano	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2
Gobione	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Lasca	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pseudorasbora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	2
Sanguinerola	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Savetta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Scardola	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0
Tinca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Triotto	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	0	1	1
Vairone	0	0	2	2	2	2	2	2	0	1	0	0	2	2	2	2	1
Cobite comune	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	1	0	0	1	0	2
Persico sole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	1	0	2
Persico trota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Pesce persico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	0
Ghiozzo	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2
Scazzone	0	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona (Z)	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Tot.specie AU	0	1	1	5	6	8	7	10	9	10	9	9	8	7	7	6	10
Tot.specie AL	1	1	1	1	0	0	0	1	1	4	4	4	4	4	3	0	5
Tot. specie	1	2	2	6	6	8	7	11	10	14	13	13	12	11	10	6	15

Trota marmorata e temolo, specie un tempo caratterizzanti il Po a monte di Carmagnola, risultano in regresso rispetto a quanto monitorato 15 anni fa in occasione della redazione della Carta Ittica Regionale³. La trota marmorata, pur campionata in diverse sezioni a monte di La Loggia, è risultata, secondo l'applicazione dell'Indice Ittico, con Ir = 2 in circa la metà delle stazioni ove è stata catturata, mentre il temolo è stato catturato, sporadicamente, soltanto a monte della confluenza con il Pellice. La situazione del temolo può essere considerata come lievemente sottostimata, a causa della riconosciuta difficoltà di cattura della specie in ambienti molto ampi. In regresso appare anche lo scazzone, specie di accompagnamento tipica delle zone a "trota marmorata/temolo".

Alla diminuzione di salmonidi e timallidi si associa l'incremento di specie con spiccate attitudini limnofile a monte di La Loggia; la loro presenza può essere associata a transfaunazioni da acque lentiche limitrofe al Po, occasionalmente invase in caso di piena; le interruzioni della continuità longitudinale del fiume, soprattutto le traverse di Casalgrasso e di La Loggia, che provocano, immediatamente a monte, la formazione di zone di rigurgito con acque lente molto estese, favoriscono il loro insediamento in tratti fluviali altrimenti inospitali.



Anche a valle di La Loggia le specie limnofile sono in forte incremento. A valle della confluenza con il Pellice la pendenza dell'alveo decresce leggermente ed il Po tende a formare meandri più o meno accentuati, ma sono ancora presenti raschi alternati a tratti con acque più lente. A valle della confluenza con il Ricchiardo, per l'ostacolo rappresentato dalla collina di Torino, la pendenza diminuisce ancora leggermente ed i deflussi rallentano ulteriormente, fino a Moncalieri dove l'acqua riprende una maggiore velocità. Nel tratto La Loggia - Moncalieri la portata è notevolmente ridotta dalla derivazione AEM., senza alcuna garanzia di deflusso minimo vitale. I due effetti (minore pendenza ed in particolare la forte diminuzione di portata) si sommano, trasformando il fiume in una sorta di canale con acque quasi stagnanti, soprattutto durante le fasi idrologiche di magra, a vantaggio delle specie limnofile. Ciò spiega in parte la forte riduzione, in questo tratto fluviale, di pesci come la trota marmorata od il vairone, ed in genere di tutte le specie più spiccatamente reofile.

Le successive captazioni idriche presenti da S. Mauro T.se a Chivasso, alcune a fini idroelettrici, altre, come quella a valle di Chivasso che alimenta il Canale Cavour, a fini irrigui, oltre a comportare il degrado più o meno evidente della qualità fisico - chimica e biologica delle acque, concedendo nell'alveo fluviale minori portate in assenza dei deflussi minimi vitali, sono anch'esse causa della trasformazione del mosaico dei microambienti acquatici a vantaggio delle specie limnofile. Specie come la

carpa ed il carassio compaiono molto frequentemente, il secondo spesso con $I_r = 2$.

Le specie esotiche sono sporadiche a monte della confluenza con il Banna, spesso con presenza del solo persico sole. Risultano invece in numero variabile da quattro a sei a valle della confluenza con il Banna, in quanto le condizioni ambientali, modificate a causa dei fattori di alterazione sopra descritti, favoriscono l'insediamento dei pesci alloctoni. Tra questi, i più frequenti sono il persico sole, il carassio e la pseudorasbora. I campionamenti effettuati nell'ambito della Carta Ittica Regionale (Regione Piemonte, 1991) avevano già permesso di segnalare come relativamente abbondante il persico sole, ma il carassio era meno frequente e soprattutto era assente la pseudorasbora; quest'ultima specie potrebbe presto colonizzare il fiume Po anche a monte di Carmagnola; essa infatti è già stata rinvenuta in alcuni laghetti di cava lungo la fascia di pertinenza fluviale nelle aree di Faule, Pancalieri e Casalgrasso¹⁹. Meno frequenti sono pesce rosso, trota iridea e persico trota, mentre raro risulta il pesce gatto.

Non è documentata, al momento attuale, la presenza del siluro, nonostante la notizia di una sua sporadica cattura con elettrostorditore nel 2003 nel Po a valle della confluenza con la Dora Baltea e nonostante alcune segnalazioni (da verificare) circa la sua cattura con canna da pesca nel tratto torinese. Va ribadito come la presenza del siluro e di altre specie alloctone potenzialmente molto pericolose, quali aspigo e lucioperca, sia consistente a valle della confluenza con la Dora Baltea (province di Asti e di Alessandria), fino a diventare questi pesci prevalenti rispetto a quelli autoctoni. Ciò è risultato con tutta evidenza nei campionamenti relativi al monitoraggio ittico sul reticolo idrografico piemontese condotti nel 2004 ai fini della redazione del Piano di Tutela delle Acque in applicazione del D.Lgs 152/99.¹⁵ Per esempio, il siluro è stato rinvenuto, con $I_r = 2$, presso Casale Monferrato.

¹⁹ C.R.E.S.T., 2001a. *Considerazioni circa la gestione, ai fini alieutici, di un ambiente ad acque stagnanti entro l'area di recupero ambientale in Casalgrasso*. Comune di Casalgrasso. Monviso s.p.a. di Casalgrasso (CN).

C.R.E.S.T., 2001b. *Considerazioni circa la gestione, ai fini alieutici, di un ambiente ad acque stagnanti entro l'area di recupero ambientale "Regione Falè"*. Comuni di Faule e di Pancalieri. Fontane s.a.s. di Pancalieri (TO).

9 - INDICI DI QUALITÀ AMBIENTALE

Nei precedenti capitoli il fiume Po, dalle origini alla confluenza con la Dora Baltea, nei territori delle Province di Cuneo e di Torino e facendo riferimento a 17 sezioni/siti di campionamento (S01 ÷ S17; fig. 3), è stato esaminato sulla base dei seguenti parametri e/o indicatori ambientali:

elementi morfometrici (S01 ÷ S17) dei bacini sottesi alle sezioni e delle aste fluviali (tab. 1 e figg. 4 e 5);
indice fisico di produttività (S01 ÷ S17); parametro di sintesi morfometrica ed idrologica (Ipf; tab. 1);
caratterizzazione idrologica (S01 ÷ S17) delle sezioni (tab. 2);
regimi idrologici medi mensili (S01 ÷ S17) delle sezioni (tab. 2 e figg. 6 e 7); classificazione finalizzata all'individuazione delle tipologie fluviali;
carico antropico (S01 ÷ S06) dei bacini sottesi alle sezioni e relativa classificazione (tabb. 3 e 4; figg. 8 ÷ 10);
qualità biologica delle acque (S01 ÷ S17) valutata con il metodo dell'Indice Biotico Esteso (tab. 6 e fig. 16);
funzionalità fluviale (S06 ÷ S17) valutata con il metodo dell'Indice di Funzionalità fluviale (tab. 7);
tipologie fluviali (S01 ÷ S17) individuate mediante l'applicazione del metodo relativo all'Indice Ittico;
qualità delle comunità ittiche (S01 ÷ S17) valutata mediante l'applicazione del metodo relativo all'Indice Ittico;

Si tratta di parametri e/o indicatori basati essenzialmente su valutazioni descrittive, misure, calcoli e campionamenti inerenti i diversi aspetti dell'ambiente fisico (morfometria ed idrologia), antropico (carico) e biologico (qualità biologica delle acque, ittiofauna e funzionalità fluviale), ma sono disponibili informazioni anche sulla qualità fisico - chimica delle acque.

In particolare si può fare riferimento ai risultati dei campionamenti effettuati dall'ARPA nell'ambito dei monitoraggi effettuati sul reticolo idrografico piemontese ai fini della redazione del Piano di Tutela delle Acque, in applicazione ai disposti del Decreto Legislativo 152/1999. Tali campionamenti sono stati effettuati allo scopo di determinare la qualità fisico - chimica della matrice acquosa utile per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali.

9.1 - Qualità fisico - chimica delle acque

Secondo il succitato D.Lgs. 152/99, la determinazione della qualità della "matrice acquosa" (caratterizzazione fisico - chimica) deve essere effettuata sulla base di due gruppi di parametri essenziali:

1. parametri di base
2. parametri addizionali

L'analisi dei **parametri di base** è obbligatoria, in quanto riflette l'insieme delle pressioni antropiche con la misura del carico organico, dell'ossigeno disciolto, del pH, della salinità, del carico microbiologico e del trasporto solido (**tab. 11**). Alcuni di essi (o) inoltre assumono un significato particolare (macrodescrittori), in quanto utilizzati per la determinazione del cosiddetto **Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM)**.

Tab. 11 - Elenco dei parametri di base indicati dalla "Tabella 4" dell'Allegato 1 del D. Lgs. 152/99. Con (o) sono indicati i **parametri macrodescrittori** utilizzati per la classificazione del LIM (Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori).

pH	Ossigeno disciolto [mg/l] (o)
Solidi sospesi [mg/l]	BOD ₅ [O ₂ mg/l] (o)
Temperatura [°C]	COD [O ₂ mg/l] (o)
Conducibilità [µS/cm]	Ortofosfato [P mg/l]
Durezza [mg/l di CaCO ₃]	Fosforo totale [Pmg/l] (o)
Azoto totale [N mg/l]	Cloruri [Cl ⁻ mg/l]
Azoto ammoniacale [N mg/l] (o)	Solfati [SO ₄ ²⁻ mg/l]
Azoto nitrico [N mg/l] (o)	<i>Escherichia coli</i> [UFC/100 ml] (o)

I **parametri addizionali**, elencati nella tabella 1 dell'allegato 1 del D. Lgs. 152/99, sono relativi ad alcuni microinquinanti organici (quali soprattutto solventi clorurati e prodotti fitosanitari) ed inorganici (metalli quali cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo,...) di più ampio significato ambientale e le cui analisi vanno effettuate nelle situazioni caratterizzate da alterazioni ambientali particolari così come risulta da conoscenze pregresse.

Il D. Lgs. 152/99 stabilisce inoltre la frequenza dei campionamenti, fissandoli a cadenza mensile. Ciò significa, per ciascun parametro e per ciascuna stazione, un insieme di dodici dati rappresentativi di un anno di osservazioni. La classificazione dei corsi d'acqua ufficialmente adottata dalla Regione Piemonte con DGR 14-11519 del 19/01/2004 e con DGR 67-1365 del 11/10/2004 fa riferimento ad un biennio di osservazioni, in particolare gli anni 2001 e 2002.

La disponibilità di dati risultanti da 24 rilievi in due anni, quindi rappresentativi delle diverse condizioni idrometeorologiche e della variabilità delle pressioni antropiche sui bacini sottesi alle diverse stazioni considerate, permette di ottenere un quadro sufficientemente significativo dello stato fisico - chimico della matrice acquosa, cioè con buona probabilità di intercettazione delle situazioni caratterizzate da maggiore alterazione.

Bisogna osservare che lo stato complessivo di un ecosistema fluviale dipende certamente dalle condizioni fisico - chimiche "medie" dell'acqua, ma in misura più rilevante da quelle "estreme". Ciò significa che non è adeguato qualificare lo stato fisico - chimico sulla base dei valori medi dei parametri considerati, ma neppure enfatizzare le situazioni limite estreme al fine di evitare sottostime della qualità complessiva. Pertanto il D. Lgs.

152/99 (par. 3.2.3 dell'Allegato 1) prevede, per ciascun parametro, la seguente procedura:

1. rispetto alla popolazione potenziale di 24 dati del biennio di osservazione, occorre disporre di almeno il 75 %; ciò significa almeno 18 dati;
2. i dati vengono ordinati in una colonna e rispetto ad essa si calcola il valore rappresentativo del 75° percentile; in parole semplici si tratta quindi di stabilire il valore che si colloca in posizione intermedia tra la media ed il valore estremo, in coerenza con quanto sopra affermato;
3. il valore ottenuto con la procedura descritta al punto precedente viene confrontato con quelli di riferimento indicati in **tab. 12**, al fine di ottenere, per quel parametro, il relativo punteggio;
4. dalla somma dei punteggi ottenuti per i singoli parametri macrodescrittori (evidenziati con "o" in **tab. 11**) si ottiene un valore complessivo dal quale si ricava il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM) che varia da "1" (il migliore) a "5" (il peggiore).

Tab. 12 - Parametri macrodescrittori relativi alla determinazione del Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM = 1 + 5), ottenuto dalla somma dei punteggi attribuiti per ciascuno dei parametri stessi (metodologia indicata dal D.Lgs. 152/99 - Tabella 7 dell'allegato 1).

Punteggi attribuiti per ogni parametro (75° percentile del periodo di rilevamento).					
Parametro	Valore 1	Valore 2	Valore 3	Valore 4	Valore 5
100 - O ₂ D [%]	≤10	11 ÷ 20	21 ÷ 30	31 ÷ 50	> 50
BOD [mg/l]	< 2,5	≤ 4	≤8	≤ 15	> 15
COD [mg/l]	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
N-NH ₄ [mg/l]	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
N-NO ₃ [mg/l]	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
P _{tot.} [mg/l]	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,3	≤ 0,6	> 0,6
<i>E. coli</i> [UFC/100 ml]	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio	80	40	20	10	5
Somma punteggi	480 ÷ 560	240 ÷ 475	120 ÷ 235	60 ÷ 115	< 60
Livello LIM	1	2	3	4	5

Sulla base della procedura sopra descritta, i principali corpi idrici della Regione Piemonte (su circa 200 stazioni di campionamento) sono stati classificati sulla base dei valori ottenuti dalle analisi sulla qualità fisica – chimica della matrice acquosa e di quella biologica delle acque (secondo la procedura IBE). Tale classificazione è stata approvata con D.G.R. 14-11519 del 19/01/2004 e per quanto riguarda i livelli LIM riscontrati sul fiume Po i risultati sono riportati in **tab. 13**.

9.2 - Confronti tra gli indici di qualità ambientale

Per 12 sezioni (**tab. 13**) sulle 17 considerate (S01 ÷ S17) lungo il fiume Po scorrente nei territori delle province di Cuneo e di Torino (**fig. 3** e **tab. 5**) sono quindi disponibili i dati relativi agli indici LIM ed IBE.

Tab. 13 - Valori del Livello Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM) determinati sul fiume Po nell'ambito del monitoraggio finalizzato alla redazione del Piano di Tutela delle Acque in applicazione del D. Lgs. 152/99 (per il biennio di riferimento 2001/2002). Sono indicati i codici delle stazioni (insieme alle località ed ai comuni). Con N si indicano i codici delle corrispondenti sezioni riportate in fig. 3. Valori utilizzati per la classificazione delle acque approvata con D.G.R. 14-11519 del 19/01/2004.

Comune	Località	Codice		N	LIM
Crissolo	Serre (Passerella)	001	015	01	2
Sanfront	Uscita Abitato	001	018	03	2
Revello	Ponte SS 589	001	025	04	nc
Cardè	Ponte Abitato	001	030	05	3
Villafranca Piemonte	Ponte SP 139	001	040	06	2
Casalgrasso	Ponte Pasturassa	001	055	08	3
Carmagnola	Ponte SS 20	001	057	09	2
Carignano	Ponte SP 122	001	065	10	2
Moncalieri	Ponte SS 29	001	090	12	3
Torino	Parco Michelotti	001	095	13	3
San Mauro Torinese	Ponte S.Mauro	001	140	14	3
Brandizzo	Via Po	001	160	16	3
Lauriano	Ex Porto S.Sebastiano	001	197	17	2

Nella zona salmonicola superiore (Z1.1), la sezione di Crissolo (S01) presenta un livello LIM = 2 ed una prima classe di qualità biologica delle acque. Il Livello Inquinamento dei Macrodescrittori, in questo caso, pur essendo buono, sembra sottostimare leggermente la qualità delle acque, a fronte di un indice IBE (11; tab. 5) piuttosto elevato. D'altra parte il carico antropico è assai modesto, con valore Ct/Q di appena 10 µg/l (classe D₁).

Nella zona salmonicola inferiore (Z1.2), nel tratto Paesana - Sanfront (S01), risulta la stessa situazione, con LIM = 2 e IBE = 11. Ma la situazione risulta un po' diversa rispetto alla stazione precedente. Infatti il carico antropico risulta superiore, con Ct/Q = 41 10 µg/l (classe D₂) a causa dell'incremento del contributo di origine agricola (tab. 4). La presenza di più elevate concentrazioni di nutrienti viene quindi segnalata dall'indice che esprime la qualità fisico - chimica della matrice acquosa, ma le potenzialità autodepurative del corso d'acqua risultano ancora ben efficienti, garantendo comunque una prima classe di qualità biologica. Nonostante i prelievi idrici, prevalentemente per fini idroelettrici, il fiume Po, dalle origini a Sanfront riesce a conservare uno stato ecologico complessivamente buono.

Nella zona mista (Z1.3), nel tratto a valle della confluenza con il Ghiandone fino a Carmagnola (05 ÷ 09), risulta un lieve peggioramento del LIM, con alternanza di valori 2 e 3. La qualità biologica delle acque passa decisamente in seconda classe, con indici IBE oscillanti tra 8 e 9 e con perdita di 2 - 3 punti rispetto alle zone salmonicole a monte. Tale situazione è confermata dai valori relativamente elevati del carico antropico, prossimi a 300 10 µg/l (classe D₄) per le sezioni del basso corso

del Po cuneese (S05 e S06); tale carico è dovuto prevalentemente a quello zootecnico (quasi il 50 %; tab. 4).

Merita segnalare il tratto del fiume Po nell'area di Martiniana - Saluzzo, presso la sezione O4, per la quale non è disponibile il dato LIM. Risulta una terza classe di qualità biologica delle acque, con IBE pari a 6, limite al di sotto del quale risulta addirittura la quarta classe. Tale tratto fluviale risulta, quasi ogni estate, totalmente prosciugato dalle captazioni idriche per fini irrigui, in particolare dalla traversa di Sanfront. Il succitato studio del C.R.E.S.T.³ riporta quanto segue: "Attualmente, anche nei periodi estivi non caratterizzati da siccità, l'alveo del fiume risulta prosciugato da Sanfront fino alla confluenza con il Bronda (quasi 15 km),²⁰ mentre per lunghi tratti risulta con portate decisamente inferiori alle portate di magra eccezionali. Si ritiene di escludere l'ipotesi di perdite per infiltrazione nel sub - alveo; in realtà l'assenza di acqua è dovuta alle captazioni idriche per fini irrigui."

A valle di Carmagnola e precisamente a valle della confluenza con il Banna, diventa rilevante la percentuale di superficie di bacino sotteso posta sotto l'altitudine di 600 m s.l.m. e cioè il limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio, fino a superare il 50 % (S11 ÷ S13; tab. 1). Per la minore influenza delle fasce altimetriche caratterizzate da climi più rigidi, il regime idrologico medio da nivopluviale diventa francamente pluviale (tab. 2), con conseguente passaggio alla zona ciprinicola (Z1.4). La presenza di più estese fasce di pianura comporta un aumento del carico, quello civile (ed in misura minore quello industriale) e soprattutto quello agricolo. La qualità biologica delle acque scende alla terza classe (tab. 5), che si mantiene fino a Torino, alla confluenza con lo Stura di Lanzo. Il LIM si mantiene ancora sul livello 2 fino a Carignano, ma scende al terzo livello (tab. 13) a Moncalieri, in coerenza con il dato IBE.

Merita segnalare la traversa AEM di La Loggia che deriva l'acqua del Po concedendo verso valle, fino a Moncalieri (confluenza con il Chisola), portate residue molto scarse. In tale tratto, anche per la modesta pendenza dell'alveo, il fiume è ridotto ad una sorta di canale con acque quasi stagnanti.

La situazione relativa al tratto del Po dalla confluenza con il Pellice (S06) alla confluenza con lo Stura (S14) trova un certo riscontro anche con la funzionalità fluviale, seppure da considerare con cautela. Il fiume Po, dalla pianura cuneese fino a Carmagnola, presenta indici IFF compresi tra la seconda e terza classe (tab. 7), ad indicare, almeno per alcuni brevi tratti, situazioni morfologiche e relative alla vegetazione riparia, ancora relativamente buone e che probabilmente favoriscono i processi dell'autodepurazione. A valle di Carmagnola e soprattutto nel suo percorso nell'area metropolitana torinese, la funzionalità fluviale passa decisamente in terza classe, con qualche tratto in quarta, coerentemente con i dati relativi alla qualità fisico-chimica e biologica delle acque.

A valle di Torino si riscontra una evidente ripresa degli IFF (tab. 7), con valori che collocano nuovamente la funzionalità tra la seconda e terza

²⁰ "Circa 200 m a monte della confluenza con il Bronda, in corrispondenza della riva sinistra del Po, alcune piccole sorgenti consentono la ricomparsa di acque nell'alveo. Si forma così un "ruscello" (~ 35 l/sec) con acque pulite e con fauna acquatica relativamente abbondante (vedere specifici rapporti di settore). Il Bronda contribuisce con una portata molto scarsa; così a valle della confluenza, nel luglio 1997, è stata misurata una portata di appena 45 l/sec, ma con acque di cattiva qualità a causa degli apporti del piccolo tributario. Procedendo ulteriormente verso valle contributi diversi consentono un incremento di portata fino ad arrivare a 1.200 ÷ 1.500 l/sec presso la località Pesci vivi".

classe. Allo stesso modo si riscontra un lieve miglioramento degli indici biotici, ma non suffragati dai valori LIM che si mantengono sul terzo livello.

Il fiume Po da S. Mauro (S14; a valle della confluenza con Lo Stura di Lanzo) fino a Crescentino (S17; confluenza con la Dora Baltea) è soggetto a forti alterazioni del regime idrologico, per la presenza di derivazioni idriche per fini idroelettrici da S. Mauro a Chivasso e per la traversa che alimenta il canale Cavour presso la stessa località di Chivasso. Le portate residue sono molto ridotte, tanto che, nelle situazioni di magra, risultano di pochi metri cubi al secondo o addirittura a poche centinaia di litri al secondo nei periodi più siccitosi, a fronte di magre naturali di $20 \div 30 \text{ m}^2/\text{s}$.²¹

9.3 - L'indice Ittico (I.I.)

Le schede relative alle comunità ittiche riscontrate alle diverse stazioni di campionamento situate nei principali corpi idrici delle **aree protette regionali** della **Val Troncea**, delle **Alpi Marittime**, dell'**Alta Valle Pesio** e della **Fascia Fluviale del Po** (tratti cuneese e torinese), interessate dall'**Interreg IIIA 2000 - 2006 (Progetto Aqua)**, sono illustrate sul sito http://www.interreg3aacqua.com/po_torinese.htm. Sullo stesso sito sono riportate, per gli stessi corpi idrici, anche le schede relative ai parametri morfometrici, idrologici e biologici utilizzati per la descrizione dell'**ecosistema fluviale del Po** del presente testo. In quelle schede lo stato delle comunità ittiche di ciascuna stazione di campionamento è stato valutato mediante la metodologia dell'**Indice Ittico** così come proposta nel 2004¹⁶. Successivamente, alla luce dell'esperienza condotta in occasione del monitoraggio ittico su 200 stazioni di campionamento della rete regionale predisposta ai fini della redazione del Piano di Tutela delle Acque (in applicazione del D. Lgs. 152/99)¹⁵, la metodologia relativa all'applicazione dell'indice Ittico è stata aggiornata e rivista secondo quanto nel seguito descritto ed in coerenza con i dati di sintesi esposti nelle succitate **tab. 10**.

La Direttiva Comunitaria 2000/60/CEE, che istituisce un quadro per la protezione delle acque, pone, come scopo, all'art. 1, la protezione ed il miglioramento degli ecosistemi acquatici. Quindi prevede, nell'allegato V, l'analisi degli ecosistemi fluviali con rilevamenti dello stato delle cenosi acquatiche ed in particolare dei macroinvertebrati bentonici, della fauna ittica e della flora acquatica. Viene riconosciuto che i corsi d'acqua devono essere studiati in tutte le loro componenti e, come anticipato dal D.Lgs. 130/1992 (e confermato dal D.Lgs 152/1999), la fauna ittica è un elemento fondamentale.

Facendo riferimento ai corsi d'acqua è importante rimarcare che essi sono sistemi molto complessi, il cui stato ambientale può essere descritto mediante metodi di analisi riguardanti diverse componenti. Per alcune di queste la letteratura idrobiologica e le norme vigenti prevedono sistemi di valutazione che considerano, per esempio, la qualità fisico - chimica della matrice acquosa (LIM), la comunità macrobentonica (IBE), la funzionalità fluviale (IFF),... con formulazione di giudizi di qualità basati su cinque classi, dalla prima (la migliore) alla quinta (la peggiore) ed anche con

²¹ FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1991. *Situazione ambientale del fiume Po tra S. Mauro e Chivasso, in relazione all'utilizzazione idrica dell'ENEL ed alle conseguenze dello scarico del depuratore Po - Sangone*. Assessorato Caccia e Pesca della Provincia di Torino.

classi intermedie. Dunque i risultati ottenibili con tali metodi sono tra loro facilmente confrontabili ed insieme contribuiscono ad una descrizione abbastanza completa degli ecosistemi fluviali. Altri metodi, in fase di studio e perfezionamento, prevedono l'analisi delle macrophyte acquatiche o del periphyton. Diventa importante, a questo punto, disporre di sistemi di analisi e valutazione dello stato delle comunità ittiche in grado di fornire risultati confrontabili con quelli ottenibili con altri metodi o almeno di contribuire all'insieme delle conoscenze riguardanti i corsi d'acqua.

È facile riconoscere che la fauna ittica costituisce una componente fondamentale degli ecosistemi fluviali e che è inoltre evidentemente condizionata dalla qualità delle acque, dal regime idrologico, dalle condizioni morfo-idrauliche degli alvei, dalla naturalità delle fasce fluviali,... Quindi l'analisi delle comunità ittiche dovrebbe fornire un contributo importante a definire lo stato dei fiumi e ciò è in effetti vero, ma sorgono problemi di varia natura, difficilmente risolvibili, come provato dal fatto che, nonostante la particolare attenzione su questo argomento da parte degli ittiologi, non esistono ancora metodi collaudati ed affermati per la valutazione dello stato degli ecosistemi fluviale basati sull'analisi dell'ittiofauna. A questo proposito, almeno in Italia, l'unico esempio di tentativo di individuare una metodologia sufficientemente articolata ed assai interessante da approfondire, è quello offerto da Zerunian (2004), che ha proposto un *Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI) viventi nelle acque interne italiane*.²² Merita comunque accennare, seppure per sommi capi, ai principali problemi connessi all'individuazione di un qualsiasi metodo di determinazione di qualità basato sull'ittiofauna.

L'individuazione di una metodologia basata sui pesci è sempre stata condizionata dalla necessità di individuare connessioni dirette tra lo stato dell'ecosistema acquatico e quello della comunità ittica in esso ospitata, aspetto questo peraltro evidente in qualunque altro indice di qualità idrobiologica. L'esistenza di tali connessioni dovrebbe essere ovvia: ad un elevato numero di specie ittiche sensibili dovrebbe corrispondere un alto indice, ad un basso numero un indice inferiore. Le comunità ittiche subiscono modificazioni, talora eclatanti, in conseguenza dell'alterazione degli ambienti acquatici e ciò dovrebbe riflettersi in un "valore" di qualità ambientale basso; situazione limite è la scomparsa dell'ittiofauna a fronte di fenomeni di massiccio inquinamento; l'assenza di pesci presupporrebbe, in questo caso, la peggiore classe di qualità. Ma l'assenza di pesci non è imputabile esclusivamente ad una situazione ambientale alterata. Sono infatti numerose le situazioni caratterizzate dall'assenza di pesci anche in ambienti incontaminati. Tali potrebbero essere molti torrenti alpini, unicamente popolati da trote fario (alloctone) d'immissione, nei quali, seppure con acque di ottima qualità, le popolazioni ittiche sono mantenute artificialmente; in tali casi si potrebbe addirittura parlare di "inquinamento" dovuto ad immissioni estranee al carteggio faunistico locale.

Si tratta di una questione importante, in quanto, in un territorio come quello italiano e, soprattutto, nel bacino del Po, le aree montane costituiscono una porzione rilevante ed una parte consistente del reticolo idrografico è costituito da ambienti caratterizzati, per cause naturali, da comunità ittiche povere, rappresentate da un limitato numero di specie, insufficienti ai fini della determinazione di una buona qualità ambientale, se valutata esclusivamente sul parametro della ricchezza specifica. Tali

²² ZERUNIAN S., 2004. *Proposta di un Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche viventi nelle acque interne italiane*. *Biologia Ambientale*, 18 (2): 25 - 30.

ambienti sono, come già detto, frequentemente popolati da salmonidi, presenti naturalmente od in seguito ad immissioni; i pesci più rappresentativi sono quindi le trote, ma non è detto che queste possano essere utilizzate quali indicatori sensibili, in quanto le loro necessità principali sono legate alla temperatura ed alla ossigenazione delle acque; una volta che esse sono garantite entro limiti accettabili, i salmonidi si rivelano, in molti casi, piuttosto tolleranti.

Quali potrebbero essere allora i migliori bioindicatori di qualità ambientale in questi particolari ambienti, se i salmonidi provengono, nella maggioranza dei casi, da introduzioni operate dall'uomo e se il loro ruolo di "specie sensibili" andrebbe, forse, parzialmente rivisto? Forse le cosiddette "specie di accompagnamento", quali sanguinerola, vairone, barbo canino e scazzone? Probabilmente no, in quanto esse solitamente costituiscono popolazioni ben strutturate in ambienti che si trovano verso valle.

Ogni metodo biologico si basa sulla seguente domanda: *quale dovrebbe essere la composizione di una determinata comunità in condizioni ideali, in assenza di alterazioni ambientali?* È il cosiddetto "bianco" o la "comunità tipo", cioè la situazione che andrebbe individuata e descritta per utilizzarla quale riferimento per la caratterizzazione della classe di qualità più elevata. Bisogna avere il coraggio di riconoscere che, per una porzione significativa del reticolo idrografico naturale, in gran parte caratterizzato da acque fredde ed oligotrofiche, il "bianco" può anche essere caratterizzato dall'assenza di pesci. Se non si ammette tale presupposto si corre il rischio di indirizzare la ricerca verso obiettivi impossibili da conseguire, quindi con spreco di tempo e di risorse.

Un indice porta, quale risultato, ad un valore numerico, sintesi di una procedura più o meno complessa e che rappresenta una forma di giudizio rispetto all'ambiente indagato od ad una sua componente. Se l'obiettivo consiste nella valutazione dello stato di un ecosistema occorre individuare una scala di sensibilità riguardante gli organismi costituenti la comunità bersaglio. Questo sistema funziona bene per i macroinvertebrati, raggruppamento utilizzato per l'applicazione dell'IBE.; ma è possibile procedere in modo analogo anche per l'ittiofauna? Si tratta di una questione essenziale, a monte di ogni ipotesi propositiva.

Su tale problema gli scriventi hanno lavorato fin dal 1995, dopo esperienze maturate nel campo di monitoraggi su aree vaste, su scala di bacino, provinciale e regionale, ma non è stato possibile redarre un elenco di specie ittiche (o di gruppi) ordinate in funzione di una scala di sensibilità. Ogni ipotesi presentava aspetti contraddittori, ogni tentativo di formulazione di una lista risultava criticabile alla luce dei risultati ottenuti dai campionamenti. Inoltre le specie solitamente indicate come le più sensibili, cioè genericamente descritte dalla letteratura come quelle più esigenti (che "*...prediligono acque fresche ed ossigenate...*") sono quasi tutte caratteristiche delle zone di transizione (miste) dalle acque a salmonidi a quelle a ciprinidi. A monte emergono i problemi sopra descritti ed a valle cambia la naturale composizione delle comunità ittiche e quelle stesse specie diventano spesso occasionali o comunque non caratterizzanti.

Questo aspetto è forse il limite principale relativamente ad ogni possibile ipotesi di un indice ittico espressamente votato a fornire valutazioni quantitative sulla qualità degli ambienti fluviali ed in particolare di "tutte" le tipologie ambientali, dai torrenti alpini ai corsi di pianura. Non stupisce infatti che, tenuto conto del notevole impegno profuso negli ultimi

trent'anni intorno agli indici biotici e della necessità ripetutamente manifestata di utilizzare anche i pesci quali bioindicatori, non si sia ancora affermata alcuna metodologia "convincente". In sintesi l'idea di formulare una lista ordinata in funzione della sensibilità sembra poco praticabile e comporta il forte rischio di percorrere un vicolo cieco.

Alla luce dei problemi succitati si è ritenuto di proporre un sistema, denominato Indice Ittico (I.I.), in grado di esprimere una valutazione della qualità naturalistica relativa alla comunità ittica che popola una zona umida ad acque correnti, senza la pretesa di fornire espressamente indicazioni sulla qualità delle acque (obiettivo questo di altre metodologie) o sul livello di alterazione fisica, anche se risultano, in generale, più o meno evidenti connessioni tra lo stato dell'ambiente acquatico e quello delle popolazioni ittiche. Pur riconoscendo tali limiti, si sottolinea l'importanza di una valutazione sugli aspetti prevalentemente naturalistici di un'importante componente delle cenosi acquatiche quale è l'ittiofauna.

Un alto livello di differenziazione, in termini di ricchezza di specie (biodiversità), con particolare riferimento a quelle rare²³ e/o endemiche²⁴ e/o che destano preoccupazione per il loro stato di conservazione²⁵, comporta un elevato livello di attenzione per quanto riguarda la tutela della fauna. Viceversa, la presenza di situazioni caratterizzate da evidenti alterazioni della composizione della fauna ittica, per esempio per scomparsa di una o più specie e/o presenza di forme alloctone, e quindi da un basso livello di qualità, comporta l'adozione di strategie di recupero ambientale, volte a ristabilire migliori condizioni di qualità delle acque e di rinaturalizzazione degli alvei fluviali ed a prevedere forme più corrette di gestione per fini alieutici. Ma, come sopra accennato, vi sono situazioni con ittiofauna scarsamente rappresentata (alte zone dei salmonidi) o assente per cause naturali (torrenti montani alimentati direttamente dall'ablazione di ghiacciai o corsi d'acqua con portate eccessivamente ridotte), per cui risulta una scarsa qualità, ma senza che ciò significhi presenza di alterazioni ambientali. In questi casi l'I.I. esprime una valutazione esclusivamente in termini di valori assoluti della ricchezza naturalistica. In altri casi, soprattutto nei corsi d'acqua principali, l'indice fornisce *anche* indicazioni sullo stato ambientale. L'I.I. si applica alle seguenti tipologie di zone umide (Z.U.), presenti nel bacino occidentale del Po (fig. 19) e codificate nel seguente modo (De Biaggi *et al.*, 1987⁸; C.R.E.S.T., 1988⁸; Boano *et al.*, 2003²⁶):

²³ È rara una specie rappresentata da una popolazione di pochi individui, con rischio di densità inferiore a quella necessaria per il successo riproduttivo. La densità degli individui può risultare sufficiente o buona, ma in presenza di una restrizione e/o frammentazione dell'areale di distribuzione. Si può considerare rara anche quella specie (solitamente caratteristica dei livelli trofici più elevati) i cui individui necessitano di ampi territori per cui, anche in condizioni di buona conservazione dell'ambiente, la popolazione è caratterizzata da uno scarso numero di individui e quindi sensibile alla riduzione e/o frammentazione dell'areale di distribuzione, soprattutto per fenomeni di alterazione dell'ambiente fisico (sistemazioni idrauliche ed interruzioni della continuità longitudinale dei corsi d'acqua).

²⁴ È endemica è una categoria tassonomica (in genere la specie) peculiare di un'area circoscritta e più o meno limitata come estensione.

²⁵ Lo stato di specie "*che desta preoccupazione per il suo stato di conservazione*" è assegnato sulla base di documentazioni e ricerche disponibili in letteratura. Le definizioni "*rara*", "*endemica*" e "*che desta preoccupazione per il suo stato di conservazione*" possono essere utilizzate in combinazione per una singola specie. In molti casi, una specie sull'orlo di estinzione è caratterizzata da una popolazione numericamente impoverita. Le specie endemiche, caratteristiche di un limitato areale di distribuzione sono, proprio per tale ragione, più sensibili alle alterazioni ambientali; quindi possono diventare facilmente rare, fino al rischio di estinzione.

²⁶ 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.

Z.U. 1.2.1.1 - acque correnti naturali a regime glaciale permanenti (alpino); con presenza d'acqua per tutto l'anno; zone ittiche a salmonidi, spesso poco adatte alle cenosi acquatiche e poco produttive per i forti limiti dovuti alle basse temperature ed alla torbidità estiva;

Z.U. 1.2.2.1 - acque correnti naturali a regime pluvionivale permanenti (prealpino); con presenza d'acqua per tutto l'anno, tra le zone umide più frequenti del bacino occidentale del Po; zone ittiche a salmonidi, nei fondovalle dei principali bacini e nella maggior parte dei loro tributari, fino allo sbocco in pianura, talora fino alla confluenza con il Po;

Z.U. 1.2.3.1 - acque correnti naturali a regime pluviale permanenti (di pianura e/o collinari); con presenza d'acqua per tutto l'anno; zone ittiche a ciprinidi, prevalentemente reofili, con cenosi acquatiche ricche e diversificate.

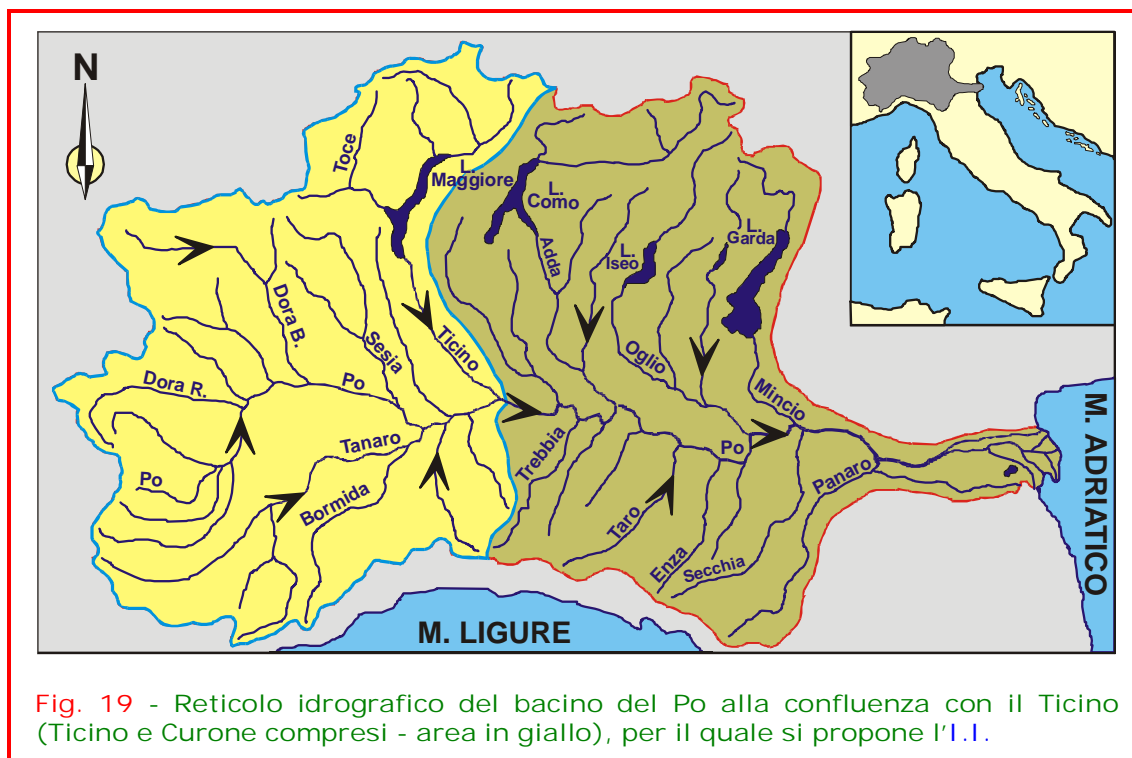


Fig. 19 - Reticolo idrografico del bacino del Po alla confluenza con il Ticino (Ticino e Curone compresi - area in giallo), per il quale si propone l'I.I.

Per le Z.U. 1.1 (sorgenti e risorgive - fuoriuscite d'acqua dalla superficie del terreno, quando perenni)²⁷ e le Z.U. 2.3.1 e 2.3.2 (acque correnti artificiali permanenti), è da verificare l'applicabilità dell'Indice Ittico, in quanto, per questi ambienti, le simulazioni di verifica non sempre hanno fornito risultati coerenti rispetto alla reale qualità degli ecosistemi oggetto di analisi. Le tipologie sopra indicate sono ambienti classificati con i codici 24 per i fiumi, 54.1 per le sorgenti e 89 per i canali nell'ambito del sistema Corine (European Communities Commission, 1991²⁸). Dall'applicazione dell'I.I. risultano esclusi gli ambienti ad acque stagnanti (laghi, stagni e paludi, naturali ed artificiali). In sintesi, l'Indice Ittico si basa sui seguenti riferimenti essenziali:

²⁷ Possono costituire ambienti adatti per l'ittiofauna, in genere per piccoli ciprinidi e/o per la riproduzione di specie particolari (es. luccio).

²⁸ EUROPEAN COMMUNITIES COMMISSION, 1991. *Corine biotopes manual*. Vol. 3: *Habitat of the European Community*. Office for Official Publication of the European Communities, Luxemburg (EUR 12587).

1. limita gli obiettivi a quanto concretamente possibile; la qualificazione naturalistica di una comunità ittica rappresenta comunque un obiettivo importante, utile soprattutto per la tutela e per la gestione;
2. accetta il principio per cui la fauna ittica della maggior parte dei corsi d'acqua del versante padano occidentale dell'alto Appennino e delle zone alpine superiori non è adatta per fornire indicazioni sulla qualità ambientale in senso lato;
3. accetta il principio per cui i corsi di cui al punto precedente sono, sotto il profilo naturalistico, poco interessanti, in quanto naturalmente popolati da nessuna o da poche specie, le quali comunque formano popolazioni più abbondanti e meglio strutturate verso valle; la presenza di pesci quali le trote fario d'immissione di origine atlantica è un ulteriore fattore indicativo di scarsa qualità faunistica, in quanto definibile come una forma di inquinamento;
4. rinuncia ad enfatizzare la correlazione tra composizione della comunità ittica e qualità ambientale; solo per gli ambienti acquatici tipici delle porzioni a valle delle zone a salmonidi (o miste) e per le zone a ciprinidi, l'I.I., oltre a fornire un valore relativo alla qualità naturalistica delle comunità ittiche, consente di esprimere, seppure con molta cautela e mediante il confronto con i risultati di altre analisi, valutazioni *anche* sulla qualità ambientale.

L'Indice Ittico formulato da Fornersis *et al.* (2004, 2005)¹⁶ è stato ampiamente collaudato in studi e ricerche condotte nel territorio piemontese. Soprattutto merita citare la sperimentazione dell'I.I. sulle 200 stazioni della rete di monitoraggio sul reticolo idrografico piemontese nell'ambito della predisposizione del Piano di Tutela delle Acque ai sensi del D. Lgs 152/99 (Regione Piemonte, 2005)¹⁵. Si è trattato di una esperienza molto importante, in quanto per quelle stesse stazioni sono disponibili i risultati ottenuti dalle analisi fisico - chimiche (LIM) e biologiche (IBE) rappresentative del biennio 2001/2002 ed utilizzate per la classificazione di qualità dei corpi idrici (approvata con D.G.R. 14-11519 del 19/01/2004). È stato quindi possibile confrontare i dati dell'I.I. con quelli relativi agli altri parametri ambientali. Ciò ha consentito, anche alla luce delle esperienze succitate, di effettuare una riformulazione della metodologia con alcune modifiche e integrazioni descritte nei paragrafi successivi.

9.4 - Valore naturalistico delle specie ittiche

Le diverse specie che costituiscono una comunità ittica che popola un determinato tratto fluviale, adeguatamente rappresentato da una stazione di campionamento (appendice uno), assumono, ai fini sia della descrizione dello stato faunistico complessivo, sia soprattutto della determinazione dell'Indice Ittico (I.I.), diversi valori derivanti dal prodotto di alcuni fattori ritenuti fondamentali:

- **Fattore OR** - *origine delle specie* (tab. 14); considera l'autoctonia mediante un fattore positivo (+1) per le specie autoctone e negativo (-1 o -2) per quelle alloctone; la distinzione tra specie autoctone e alloctone è molto importante ai fini di una qualunque proposta di indice ittico (Bianco, 1990).
- **Fattore AD** - *areale di distribuzione delle popolazioni delle specie autoctone* (tab. 15); valuta la distribuzione areale con un fattore tanto più elevato quanto meno esteso è l'areale stesso; le specie con areale

limitato, in special modo gli endemismi ristretti, sono soggette a maggiori rischi; le alterazioni ambientali che ne riducono la consistenza delle popolazioni presenti in aree ridotte possono comportarne più facilmente l'estinzione; pertanto la tutela di tali specie è strategica ai fini del mantenimento della biodiversità.

- **Fattore SP** - *stato nel bacino del Po* (tab. 16); considera la consistenza delle popolazioni delle specie autoctone nel bacino del Po ed in particolare nella porzione occidentale evidenziata in fig. X.

Tab. 14 - Fattore OR (Origine).	AU	Autoctone. OR = +1
	AL1	Alloctone. Non si riproducono in natura; non formano popolazioni strutturate e permanenti. OR = -1
	AL2	Alloctone. Si riproducono in natura; formano popolazioni strutturate e permanenti. OR = -2

Tab. 15 - Fattore AD (Areale di distribuzione) ²⁹	AD = 1	Ampia distribuzione in tutta o gran parte dell'Europa.
	AD = 2	Porzione ristretta dell'Europa e/o fascia mediterranea e/o tutta o buona parte della penisola italiana.
	AD = 3	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).

Tab. 16 - Fattore SP (Stato nel bacino del Po)	SP = 1	Buona consistenza delle popolazioni. Non si segnalano decrementi significativi. Non si ritengono necessarie particolari misure di cautela. Rischio nullo o basso.
	SP = 2	Buona consistenza delle popolazioni in alcune porzioni del bacino del Po. Si segnalano decrementi. Si ritiene necessaria una certa attenzione per la tutela. Rischio moderato.
	SP = 3	Forte decremento della delle popolazioni in tutto o quasi il bacino del Po. Presenze sporadiche e/o occasionali. Necessità di misure di tutela straordinarie. Forte rischio.

Per ogni specie si ottiene un valore intrinseco (V) dal prodotto dei precedenti fattori ($V = OR \cdot AD \cdot SP$). Le tabb. 17 e 18 riportano i valori ottenuti per le singole specie ittiche.

In particolare due sole specie, storione cobice e cobite mascherato, ottengono il più elevato valore possibile ($V = +9$), in quanto entrambe con

²⁹ I valori "AD" sono attribuiti alle singole specie autoctone sulla base di quanto indicato dai più diffusi testi generali riguardanti la zoogeografia dell'ittiofauna.

areale di distribuzione assai limitato come estensione; inoltre lo storione addirittura risulta assente nella porzione occidentale del bacino del Po, mentre il cobite mascherato è ormai rarissimo. Lo storione ladano, l'agone, il pigo, la savetta, la lasca e la trota marmorata costituiscono un gruppo di sei specie con punteggio ancora elevato ($V = +6$), dovuto soprattutto alla limitata estensione dei loro areali di distribuzione, ma anche allo stato di medio rischio nel bacino del Po; fa eccezione lo storione ladano, ormai rarissimo, ma almeno più largamente rappresentato in Europa, soprattutto Sud - orientale.

Tab. 17 - Elenco specie autoctone (AU) del bacino occidentale del Po (OR = +1). Punteggi attribuiti in funzione dell'areale di distribuzione (AD) e dello stato nel bacino del Po (SP). Valore intrinseco $V = OR \cdot AD \cdot SP$.

Ordine	Famiglia	Genere, specie, sottospecie	Nome	AD	SP	V
Acipenseriformes	Acipenseridae	<i>Acipenser sturio</i>	Storione	1	3	+3
		<i>Acipenser naccarii</i>	Storione	3	3	+9
		<i>Huso huso</i>	Storione	2	3	+6
Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	1	2	+2
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Alosa fallax lacustris</i>	Agone	3	2	+6
		<i>Alosa fallax nilotica</i>	Cheppia	2	2	+4
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	3	2	+6
		<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	Triotto	3	1	+3
		<i>Leuciscus cephalus</i>	Cavedano	1	1	+1
		<i>Leuciscus souffia</i>	Vairone	2	2	+4
		<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	1	2	+2
		<i>Tinca tinca</i>	Tinca	1	1	+1
		<i>Scardinius</i>	Scardola	1	1	+1
		<i>Alburnus alburnus alborella</i>	Alborella	3	1	+3
		<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	3	2	+6
		<i>Chondrostoma genei</i>	Lasca	3	2	+6
		<i>Gobio gobio</i>	Gobione	1	1	+1
		<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	2	1	+2
	<i>Barbus meridionalis</i>	Barbo canino	2	2	+4	
		Cobitidae	<i>Cobitis taenia</i>	Cobite	1	2
<i>Sabanejewia larvata</i>		Cobite	3	3	+9	
Salmoniformes	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Luccio	1	2	+2
	Salmonidae	<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	Trota	3	2	+6
		<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	1	3	+3
Gadiformes	Gadidae	<i>Lota lota</i>	Bottatrice	1	2	+2
Gasterosteiformes	Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Spinarello	2	2	+4
Scorpaeniformes	Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	Scazzone	1	2	+2
Perciformes	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale	1	1	+1
	Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i>	Cagnetta	2	2	+4
	Gobiidae	<i>Padogobius martensi</i>	Ghiozzo	3	1	+3

Punteggio ancora relativamente elevato ($V = +4$) presentano altre cinque specie: cheppia, vairone, barbo canino, spinarello e cagnetta, tutte caratterizzate da valori

intermedi per entrambi i fattori "AD" ed "SP". Il valore $V = +3$ viene attribuito a storione comune (rarissimo in Italia, ma con ampia diffusione in Europa), triotto (per motivi opposti rispetto al precedente), alborella (anch'essa ancora relativamente abbondante, ma endemismo ristretto), temolo (ormai ridotto ad esigue popolazioni in Piemonte, ma con ampia distribuzione europea) e ghiozzo padano (con situazione simile a quella dell'alborella). Tra le specie più diffuse troviamo ovviamente quelle con punteggio inferiore: sette specie con $V = +2$ e cinque specie con $V = +1$. Cavedano, tinca, scardola, gobione e persico reale sono quelle che ancora formano popolazioni di buona consistenza negli ambienti ad esse congeniali. Qualche problema per anguilla, sanguinerola, barbo, cobite comune, luccio, bottatrice e scazzone; ad esclusione del barbo (con areale di distribuzione limitato alla penisola italiana) per le altre specie si denuncia un certo decremento delle frequenze e della consistenza delle popolazioni.

Tab 18 - Elenco specie alloctone (AL) del bacino occidentale del Po (OR = -1). Punteggi attribuiti in funzione della capacità di riproduzione in natura (AL). Valore intrinseco $V = OR \cdot AL$.

Ordine	Famiglia	Genere, specie, sottospecie	Nome volgare	AL	V	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Barbus barbus</i>	Barbo d'oltralpe	2	-2	
		<i>Carassius</i> sp.	Carassio	2	-2	
		<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	2	-2	
		<i>Abramis brama</i>	Abramide	2	-2	
		<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	2	-2	
		<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	2	-2	
		<i>Aspius aspius</i>	Aspio	2	-2	
		<i>Rhodeus sericeus</i>	Rodeo amaro	2	-2	
		<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Carpa erbivora	1	-1	
Siluriformes	Cobitidae	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Misgurno	2	-2	
	Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Siluro	2	-2	
Salmoniformes	Ictaluridae	<i>Ictalurus melas</i>	Pesce gatto	2	-2	
		Salmonidae	<i>Salmo</i> [trutta] trutta	Trota fario	2	-2
			<i>Salvelinus alpinus</i>	Salmerino alpino	2	-2
			<i>Salvelinus fontinalis</i>	Salmerino di fonte	2	-2
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		Trota iridea	1	-1	
	Coregonidae	<i>Coregonus lavaretus</i>	Lavarello	2	-2	
<i>Coregonus oxyrhynchus</i>		Bondella	2	-2		
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	2	-2	
Perciformes	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole	2	-2	
		<i>Micropterus salmoides</i>	Persico trota	2	-2	
	Percidae	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Lucioperca	2	-2	
		<i>Gimnocephalus cernuus</i>	Acerina	2	-2	
	Gobiidae	<i>Orsinigobius punctatissimus</i>	Panzarolo	2	-2	

9.5 - Modalità dei campionamenti dell'ittiofauna

I campionamenti si effettuano soprattutto con la pesca elettrica, ma non si escludono le reti e il "visual-census". Con l'elettropesca, che consente di pescare efficacemente in ampi tratti fluviali, in tempi brevi e senza

conseguenze per i pesci, i migliori risultati si ottengono in estate e nell'inizio autunno; non si esclude la primavera ed il tardo autunno, quando le situazioni idrologiche lo permettano. In inverno è possibile effettuare campionamenti in particolari condizioni, oggetto di giudizio da parte degli ittiologi. I rilievi, ai fini dell'Indice Ittico, sono qualitativi e semiquantitativi, con copertura di ampie superfici sottese, con un solo 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. I parametri utili ad ottenere indicazioni sull'estensione dell'ambiente di campionamento sono la larghezza [m] la lunghezza [m] dell'alveo bagnato, tenendo conto dei limiti dell'azione dell'elettropesca, spesso limitata alle zone in prossimità delle rive, più facilmente accessibili, nei fiumi di maggiore portata. Conviene stabilire dei limiti relativamente alla lunghezza "L" della stazione oggetto di campionamento. In linea di massima si può stabilire una lunghezza compresa tra 10 e 20 volte la larghezza o perimetro bagnato medio, in funzione delle caratteristiche ambientali della stazione stessa e comunque con $L \geq 10$ m. Si tratta di limiti non strettamente rigorosi, in quanto molto dipende dalle condizioni ambientali del tratto fluviale oggetto di campionamento.

Per ogni specie si riportano dati indicativi della consistenza e della struttura di popolazione secondo lo schema descritto in **tab. 19**. Si utilizza quindi un indice di abbondanza (Ia) composto da un numero e da una lettera. Per esempio 2A significa "specie presente con popolazione strutturata", 3B significa "specie abbondante con popolazione non strutturata per assenza o quasi di adulti", 1C significa "specie sporadica con popolazione non strutturata per assenza o quasi di giovani".³⁰

Tab. 19 - Indici di abbondanza (Ia) e struttura di popolazione delle specie ittiche.	
Ia	Descrizione
0	Assente (qualora, durante un campionamento, risultassero assenti individui di una determinata specie, quando invece le condizioni ambientali presupporrebbero diversamente, occorre effettuare verifiche a monte ed a valle e/o controllare la letteratura (se esistente) e/o procedere ad interviste presso i pescatori locali.
1	specie sporadica (cattura di pochissimi individui, anche di un solo esemplare; tanto da risultare poco significativa ai fini delle valutazioni sulle caratteristiche della comunità ittica e di quelle ambientali)
2	specie presente (cattura di pochi individui)
3	specie abbondante (cattura di molti individui, senza risultare dominante)
4	specie molto abbondante (cattura di molti individui, spesso dominante)
A	popolazione strutturata (cattura di individui di diverse classi di età; presenti sia i giovani, sia individui in età riproduttiva)
B	popolazione non strutturata (assenza, o quasi, di adulti; prevalenti o esclusivi individui giovani)
C	popolazione non strutturata (assenza, o quasi, di giovani; prevalenti o esclusivi individui adulti)

³⁰ Nel caso di indice di abbondanza "1", risulta difficile descrivere la struttura di popolazione. In molti casi, rimane soltanto l'indicazione del numero (1). Per alcune specie (solitamente predatori ai vertici della catena alimentare) l'indice 1 neppure è indicativo dell'abbondanza, in quanto è normale la presenza di pochi (o di pochissimi) individui.

Le modalità per la determinazione degli indici di abbondanza (I_a ; tab. 19) sono molto generiche; non sono forniti precisamente i criteri che permettono l'attribuzione dei valori $I_a = 1, 2, 3$ e 4 . È una questione complessa e non ancora risolta, eppure importante, in quanto, per quanto riguarda l'I.I., si vogliono evitare campionamenti di tipo quantitativo, solitamente onerosi e non sempre affidabili.

In linea di massima si ammette una eccessiva concessione alla soggettività dell'ittologo che effettua i campionamenti e ciò rappresenta una impostazione metodologica che ha caratterizzato molti studi fin qui effettuati. Non ci si pone ora l'obiettivo di risolvere questo problema, ma è fondamentale stabilire almeno i criteri che individuano il passaggio dall'indice I_a ad un altro indice I_r (indice di rappresentatività) utile ai fini dell'I.I. In particolare si pone $I_r = 1$ per $I_a = 1$ e $I_r = 2$ per $I_a = 2, 3$ e 4 . Si tratta di stabilire che cosa si intende per specie sporadica da una parte ($I_r = 1$) e specie presente o abbondante o molto abbondante ($I_r = 2$) dall'altra. Tale distinzione permette, con la procedura descritta più avanti, l'applicazione dell'I.I., mentre l'annotazione per tutti i valori I_a fornisce indicazioni di carattere molto generale sulla consistenza delle popolazioni. I criteri per la determinazione del passaggio dell'indice I_r dal valore 1 al valore 2 sono descritti in tab. 20, con l'avvertenza di indicare con $I_r = 0$ le specie autoctone elencate in tab 21.

Tab. 20 - Numero minimo di individui (N) catturati in fase di campionamento affinché una determinata specie possa considerarsi almeno presente ($I_r = 2$).

Gruppi	specie (denominazione volgare)	N
<i>Acipenseridae</i>	Storione comune, storione cobice, storione ladano.	2
<i>Clupeidae</i>	Agone, cheppia.	10
<i>Salmonidae</i>	Trote fario, marmorata e iridea, salmerini alpino e di fonte.	5
<i>Thymallidae</i>	Temolo.	10
<i>Coregonidae</i>	Lavarello, bondella.	10
<i>Esocidae</i>	Luccio.	2
<i>Cyprinidae</i> (specie AU)	Barbo, lasca, cavedano, alborella, vairone.	20
	Barbo canino, scardola, sanguinerola, triotto, gobione, savetta.	15
	Pigo, tinca.	5
<i>Cyprinidae</i> (specie AL)	Carpa, carpa erbivora, carassio, pesce rosso, pseudorasbora, aspigo, gardon, rodeo amaro, abramide, barbo d'oltralpe.	5
<i>Cobitidae</i>	Cobite comune e misgurno	5
	Cobite mascherato.	2
<i>Siluridae</i>	Siluro.	2
<i>Ictaluridae</i>	Pesce gatto.	5
<i>Anguillidae</i>	Anguilla.	5
<i>Poeciliidae</i>	Gambusia.	5
<i>Gadidae</i>	Bottatrice.	2
<i>Centrarchidae</i>	Persico sole.	5
	Persico trota.	5
<i>Percidae</i>	Pesce persico.	5
	Lucioperca, acerina.	2
<i>Blenniidae</i>	Cagnetta.	5
<i>Gobiidae</i>	Ghiozzo padano.	20
<i>Cottidae</i>	Scazzone.	5
<i>Gasterosteidae</i>	Spinarello.	2

Tab. 21 - Nei casi di rinvenimento di esemplari delle seguenti specie (A?) in aree diverse da quelle di seguito elencate, vengono segnalate nella scheda di campionamento con indicazione dell'indice Ia, ma con valore intrinseco V = 0 (quindi non considerate ai fini dell'I.I.). Non vengono conteggiate nei numeri totali AU ed AL; vengono indicati sia il totale (AU+AL) senza tali specie, sia il totale complessivo (AU+AL+A?).

<i>Acipenser sturio</i> e <i>naccarii</i> ed <i>Huso huso</i>	Storioni	Nel fiume Po a valle della confluenza con lo Scrivia e nel Ticino pavese.
<i>Alosa fallax lacustris</i>	Agone	Tratti terminali degli immissari e/o ambienti sublacuali dei laghi marginali sudalpini.
<i>Alosa fallax nilotica</i>	Cheppia	Nel fiume Po a valle della confluenza con lo Scrivia e nel Ticino pavese.
<i>Lota lota</i>	Bottatrice	Nel fiume Po e nei suoi affluenti di sinistra (soprattutto nel bacino del Ticino) a valle della confluenza con il Tanaro.
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Spinarello	Nel fiume Po a valle della confluenza con il Terdoppio e nei bacini tributari di sinistra (Ticino compreso).
<i>Salaria fluviatilis</i>	Cagnetta	Nel fiume Po a valle della confluenza con il Terdoppio e nei bacini tributari di sinistra (Ticino compreso).

Specie autoctone spiccatamente limnofile rinvenute in ambienti chiaramente classificabili in zone salmonicole.

In fase di campionamento si compila la scheda rappresentata in **tab. 22**; in essa sono indicate le specie delle liste delle **tabb. 17** e **18** ed i relativi valori intrinseci (V), assegnando a ciascuna l'indice Ir ed attribuendo la zona ittica (Z) all'ambiente campionato. Per ogni specie si calcola un punteggio (P) dato dal prodotto $P = V \cdot I_r$, dove $I_r = 1$ o 2 secondo i criteri descritti in **tab. 20**. Per ciascuna specie può risultare $P = V$ se sporadica, oppure $P = 2V$ se presente o abbondante o molto abbondante. Dalla somma dei punteggi si ottiene l'I.I.

In buona parte dei casi le specie esotiche non sono molto importanti nel condizionare il risultato finale, ma lo influenzano abbassandolo un poco. In altri casi tale influenza è significativa, in particolare quando sono presenti più specie alloctone e con buone popolazioni; per esempio, in tratti fluviali invasi da popolazioni numerose di persico sole, persico trota e carassio (situazione non rara), essendo per ciascuna $P = V \cdot I_r = -2 \cdot 2 = -4$, risulta un abbassamento dell'I.I. di ben 12 punti. In alcune situazioni vi può essere addirittura una predominanza delle specie alloctone, con conseguente forte decremento del valore dell'I.I., fino anche ad assumere valori negativi.

Per quanto riguarda la superspecie *Salmo trutta* si propone di considerare alloctone le sottospecie *Salmo [trutta] trutta* (fario di ceppo atlantico) e *Salmo [trutta] macrostigma* (trota sarda e/o fario di ceppo mediterraneo), mentre si ritiene la *Salmo [trutta] marmoratus* quale unico salmonide autoctono del bacino del Po.

Tab. 22 - SCHEDA DI CAMPIONAMENTO

Corso d'acqua:		Codice stazione:		Data:					
Località:		Comune:		Altitudine (m s.l.m.):					
<p>Elenchi specie autoctone (AU) ed alloctone (AL). Valore intrinseco (V). Indice di abbondanza per specie (Ia): sporadica/accidentale (1), presente (2), abbondante (3), molto abbondante (4), struttura bilanciata (A), prevalenti o esclusivi giovani (B), prevalenti o esclusivi adulti (C). Indice di rappresentatività $I_r = 1$ per $I_a = 1$ e $I_r = 2$ per $I_a > 1$. $I_r = 0$ per specie spiccatamente limnofile in ambienti chiaramente classificabili in ZP1 (A?). Punteggio $P = V \cdot I_r$.</p>									
Specie AU	V	Ia	Ir	P	Specie AL	V	Ia	I	P
Storione comune	+3				Barbo d'oltralpe	-2			
Storione cobice	+9				Carassio	-2			
Storione ladano	+6				Pesce rosso	-2			
Anguilla	+2				Carpa	-2			
Agone	+6				Abramide	-2			
Cheppia	+4				Gardon	-2			
Pigo	+6				Pseudorasbora	-2			
Triotto	+3				Aspio	-2			
Cavedano	+1				Rodeo amaro	-2			
Vairone	+4				Carpa erbivora	-1			
Sanguinerola	+2				Siluro	-2			
Tinca	+1				Pesce gatto	-2			
Scardola	+1				Trota fario	-2			
Alborella	+3				Salmerino alpino	-2			
Savetta	+6				Salmerino di fonte	-2			
Lasca	+6				Trota iridea	-1			
Gobione	+1				Lavarello	-2			
Barbo	+2				Bondella	-2			
Barbo canino	+4				Gambusia	-2			
Cobite comune	+2				Persico sole	-2			
Cobite mascherato	+9				Persico trota	-2			
Luccio	+2				Acerina	-2			
Trota marmorata	+6				Lucioperca	-2			
Temolo	+3				Panzarolo	-2			
Bottatrice	+2								
Spinarello	+4								
Scazzone	+2				Punteggio tot. specie alloctone AL				
Persico reale	+1				Note:				
Cagnetta	+4								
Ghiozzo padano	+3								
Punteggio tot. specie autoctone									
Num. tot. specie autoctone (AU)					Num. tot. specie alloctone (AL)				
Num. tot. specie (AU+AL)					Num. tot. specie (AU+AL+A?)				
ZP		Indice Ittico				Classe di qualità			

9.6 - Comunità ittiche di riferimento e classi di qualità

L'I.I. porta a valori bassi per i torrenti nelle testate dei bacini (Z1.1 e Z2.1), popolati da trote fario dovute ad immissioni, talora insieme a una o poche specie di accompagnamento. Dal punto di vista naturalistico, in funzione della ricchezza biologica (diversità \equiv numero di specie) e della presenza di specie rare e/o endemiche e/o che destano preoccupazione per il loro stato di conservazione, tali ambienti presentano comunità ittiche poco interessanti, quasi esclusivamente sostenute da immissioni ai fini alieutici.

L'interesse naturalistico aumenta verso valle, dove le condizioni ambientali permettono la presenza di un numero crescente di specie. Ciò non è in contraddizione rispetto alla definizione "pregiate" frequentemente data alle acque montane. Esse presentano generalmente una migliore qualità chimica e biologica, in ambienti caratterizzati da elevata qualità paesaggistica ed interessanti per la pesca sportiva. Questi aspetti sono relativi a valori antropici che, seppure importanti e meritevoli di attenzione per la gestione del territorio, non sono coerenti con una oggettiva qualificazione del valore naturalistico che, in questa proposta, tiene invece conto soprattutto della ricchezza biologica.

Verso valle, in zone Z1.2 ÷ Z4 e Z2.2 ÷ Z3, gli indici I.I. teorici sono più elevati. In tali situazioni il riscontro di indici bassi, oltre a denunciare uno scarso pregio naturalistico, è probabile conseguenza di alterazioni e pertanto, seppure con cautela, gli I.I. possono essere utilizzati anche come indici di qualità ambientale.

Considerando quindi che i valori dell'Indice Ittico potenziali sono diversi in funzione delle tipologie ambientali descritte in tab. 9 e rappresentativi delle comunità ittiche di riferimento per le diverse zone, si propone la divisione in classi di qualità (CI) secondo quanto proposto in tab. 23.

Tab. 23 - Classi di qualità (CI = I ÷ V) in funzione dell'indice I.I. e delle zone Z.

Tipologia ambientale		Classi di qualità (CI) in funzione dell'I.I.				
		V	IV	III	II	I
Z1: Area di pertinenza alpina - sublitoranea alpina e/o occidentale.	Z1.1	≤ 2	3 ÷ 5	6 ÷ 10	11 ÷ 15	≥ 16
	Z1.2	≤ 4	5 ÷ 10	11 ÷ 20	21 ÷ 29	≥ 30
	Z1.3	≤ 6	7 ÷ 12	13 ÷ 25	26 ÷ 44	≥ 45
	Z1.4	≤ 6	7 ÷ 12	13 ÷ 25	26 ÷ 44	≥ 45
Z2: Area di pertinenza appenninica - sublitoranea appenninica e/o padana	Z2.1	≤ 4	5 ÷ 7	8 ÷ 11	12 ÷ 15	≥ 16
	Z2.2	≤ 6	7 ÷ 12	13 ÷ 25	26 ÷ 44	≥ 45
	Z2.3	≤ 6	7 ÷ 12	13 ÷ 25	26 ÷ 44	≥ 45

9.7 - L'Indice Ittico sul fiume Po

Sulla base dei risultati dei campionamenti effettuati sulle sezioni (S01 ÷ S17) del fiume Po scorrente nei territori delle Province di Cuneo e di

Torino³¹ e riassunti in tab. 10, si è proceduto al calcolo dei relativi Indici Ittici e classi di qualità con la procedura sopra descritta. I risultati sono riportati in tab. 24. Gli stessi sono stati quindi messi a confronto con i valori ottenuti dall'applicazione degli altri indici ambientali descritti nei precedenti paragrafi, ottenendo il quadro riassuntivo in tab. 25.

Tab. 24 - Punteggi (P=I·r·V) relativi alle diverse specie ittiche rinvenute in occasione dei campionamenti effettuati sulle sezioni di riferimento (S01 ÷ S17) sul fiume Po scorrente nei territori delle Province di Cuneo e di Torino. I valori Ir sono quelli riportati in tab. X; i valori V sono quelli riportati in tab. x. È anche indicato, per ogni sezione, la tipologia fluviale (Z) ed il numero totale delle specie, distinguendo quelle autoctone (AU) da quelle alloctone (AL). I valori dell'indice ittico (I.I.) sono la somma dei punteggi P delle singole specie per ogni stazione; da essi si ricava la classe di qualità (CI) secondo i criteri illustrati in tab. x.

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
Trota fario	-4	-4	-4	-4	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	-2
Trota marmor.	0	0	0	0	12	12	6	12	6	6	0	0	0	0	0	0	6
Temolo	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luccio	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0
Alborella	0	0	0	0	0	0	0	6	0	3	6	6	3	6	3	0	6
Barbo	0	0	0	0	4	4	4	4	4	2	0	0	4	2	2	2	4
Barbo Canino	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carassio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-4	-4	-2	-4	0	-2
Carpa	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	0	-4	-2	-2	-2	-2	0	-2
Cavedano	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2
Gobione	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Lasca	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Pseudorasbora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	-2	-2	-2	0	0	-4
Sanguinerola	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Savetta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Scardola	0	0	0	6	0	0	0	0	6	6	12	6	0	0	0	0	0
Tinca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Triotto	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	6	6	6	6	0	6	6
Vairone	0	0	8	8	8	8	8	8	0	4	0	0	8	8	8	8	4
Cobite comune	0	0	0	0	0	0	2	4	4	0	2	2	0	0	2	0	4
Persico sole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-2	-4	-2	-2	0	-4
Persico trota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0
Pesce persico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	0
Ghiozzo	0	0	0	0	0	3	6	6	3	3	0	3	0	0	3	3	6
Scazzone	0	2	0	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona (Z)	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Tot.specie AU	0	1	1	5	6	8	7	10	9	10	9	9	8	7	7	6	10
Tot.specie AL	1	1	1	1	0	0	0	1	1	4	4	4	4	4	3	0	5
Tot. specie	1	2	2	6	6	8	7	11	10	14	13	13	12	11	10	6	15
Indice I.I.	-4	-2	4	20	33	38	30	50	34	27	18	18	10	17	13	22	34
Classe CI	V	V	V	III	II	II	II	I	II	II	III	III	IV	IV	III	III	II

³¹ Consultabili sul sito <http://www.interreg3aqua.com/potorinese.htm>

Tab. 25 - Sintesi degli indici di qualità ambientale del fiume Po dalle origini alla confluenza con la Dora Baltea nelle Aree Protette delle Province di Cuneo e di Torino. Sono indicati i codici delle sezioni (N), le loro altitudini (H_{sez}), le tipologie dei regimi idrologici (tab. 2), le classi di qualità biologica (IBE; tab. 5) e fisico-chimica (LIM; tab. 13) delle acque, della funzionalità fluviale (IFF; tab. 7), del carico antropico (tab. 3) e delle comunità ittiche (I.I.; tab. 10).

N	località	comune	H _{sez} m s.l.m.	tipologie regimi idrologici	Qualità acque		Qualità ambiente		Classe carico antropico	Classe I.I.
					Classe IBE	Classe LIM	Classe IFF			
			sinistra				destra			
01	Confl. Tossiet	Crissolo	1.135	103101	I	II	-	-	I	V
02	Confl. Lenta	Oncino	810	103201	I	-	-	-	I	V
03	Confl. Croesio	Paesana	524	103201	I	II	-	-	II	V
04	P.te Martiniana	Martiniana	375	103201	III	-	-	-	III	III
05	Confl. Ghiandone	Cardè	256	103201	II	III	-	-	IV	II
06	Confl. Pellice	Faule	250	103311	II	II	II	III	II	IV
07	Confl. Varaita	Pancalieri	240	103311	II	-	II	II	III	-
08	Confl. Maira	Polonghera	237	103201	II	III	II	III	II	III
09	Confl. Ricchiardo	Carmagnola	236	103201	II	II	II	III	-	II
10	Confl. Banna	Carignano	230	103201	III	II	III	III	-	II
11	Confl. Chisola	Moncalieri	225	103311	III	-	III	IV	III	IV
12	Confl. Sangone	Moncalieri	222	103311	III	III	III	III	-	III
13	Confl. D.Riparia	Torino	220	103311	III	III	III	III	-	IV
14	confl. St. Lanzo	Torino	212	103311	III	III	III	III	IV	-
15	Confl. Malone	Brandizzo	184	103311	II	III	-	III	II	III
16	Confl. Orco	Chivasso	183	103311	II	III	III	III	-	III
17	Confl. D. Baltea	Crescentino	150	103311	III	II	II	II	III	-

Il tratto montano del Po (S01 ÷ S03) presenta bassi livelli del carico antropico (prima e seconda classe), elevata qualità biologica delle acque (classe prima) ed un buon livello del LIM (seconda). A questo stato generalmente buono corrisponde una qualità delle comunità ittiche pessima (quinta classe). Si tratta, come già anticipato, di un risultato atteso, in quanto si tratta di ambienti acquatici naturalmente poco ospitali per l'ittiofauna; in aggiunta a ciò, soprattutto da Oncino a Paesana, le popolazioni risultano esclusivamente costituite da trote fario di ceppo atlantico, di sicura origine alloctona, in ambienti potenzialmente adatti alla trota marmorata ed allo scazzone, specie autoctone che sono invece del tutto assenti.

Presso Martiniana (O4) risulta una evidente coincidenza per la terza classe relativamente agli indici valutati (IBE, carico antropico ed ittiofauna), soprattutto in conseguenza delle captazioni idriche ai fini irrigui che prosciugano il Po in estate in quasi tutti gli anni.

Verso valle gli indici considerati confermano una qualità ambientale complessiva tutto sommato buona e adatta a comunità ittiche più ricche ed articolate. Non a caso l'Indice Ittico assume valori più elevati e crescenti verso valle fino alla prima classe presso Polonghera (S08).

Il tratto fluviale peggiore risulta essere quello compreso tra la confluenza con il Chisola (S11) e la confluenza con lo Stura di Lanzo (S14), cioè entro l'area metropolitana torinese dove, per tutte le sezioni considerate la terza classe coincide per la qualità delle acque, sia biologica, sia fisico – chimica, mentre compare anche la quarta classe per la funzionalità fluviale e soprattutto per l'ittiofauna, anche per la presenza di specie esotiche.

A valle di Torino e soprattutto a valle di Chivasso, la situazione migliora un poco; infatti pur rimanendo un LIM pari al terzo livello, migliora la funzionalità fluviale e grazie alle capacità autodepurative, anche la qualità biologica delle acque; diminuisce il numero di specie esotiche, facendo crescere il valore dell'indice ittico. Poco a monte della confluenza con la Dora Baltea (S17) si ritorna ad uno stato relativamente buono per tutti gli indici considerati.

Le considerazioni sopra espresse sono utili per comprendere (e confermare) che la qualità delle comunità ittiche secondo l'I.I. può, in molti casi, fornire informazioni utili alla comprensione dei complessi meccanismi che regolano gli ecosistemi fluviali; soprattutto può mettere in migliore evidenza alcuni fenomeni di alterazione ambientale (es derivazioni idriche, fauna alloctona, interruzioni della continuità longitudinale, sistemazioni idrauliche,...) altrimenti poco "visibili" con altre tecniche di indagine. La procedura di determinazione dell'Indice Ittico (I.I.) sopra esposta, in sintesi, porta a valori variabili in base ai seguenti criteri:

- l'I.I. aumenta con il numero di specie autoctone; quelle alloctone contribuiscono ad abbassarlo; esso dipende soprattutto dal livello di biodiversità;
- le specie, con punteggi diversi, contribuiscono, in modo sommativo, alla determinazione del valore sintetico dell'indice; a ciascuna è assegnato un *valore intrinseco* in funzione della sua origine (alloctona o autoctona), della sua distribuzione geografica e della consistenza delle popolazioni nel bacino del Po;
- ogni specie contribuisce, in modo sommativo, alla determinazione del valore sintetico dell'indice in funzione della consistenza della popolazione; tale criterio "premia" gli ambienti caratterizzati da

abbondante fauna ittica ed in modo tanto più evidente quanto maggiore è il numero di specie e tanto più elevati sono i rispettivi valori intrinseci.

L'I.I. varia da valori prossimi allo zero (anche negativi nei casi con presenza unicamente di una o più specie esotiche), fino a valori massimi prossimi a 60 (ampi corsi d'acqua di pianura, soprattutto di transizione tra le zone salmonicole e ciprinicole).

L'I.I. fornisce indicazioni sul livello di "qualità naturalistica" della comunità ittica; pertanto è poco corretto individuare relazioni dirette con la qualità dell'ambiente e/o delle acque. Risultano valori molto bassi per ambienti ove sono presenti esclusivamente popolazioni di trote fario, anche se abbondanti. In molte di tali situazioni la qualità delle acque e la funzionalità fluviale sono ottime. Si tratta però di ambienti che, sotto il profilo dell'ittiofauna (comunità monospecifiche quasi sempre sostenute artificialmente ai fini alieutici), sono poco interessanti.

Si è ritenuto utile una ripartizione dei valori dell'I.I. in classi di qualità in modo da compensare le tendenze verso valori elevati negli ambienti a ciprinidi e modesti in quelli a salmonidi. Sono state individuate cinque classi, secondo il criterio di attribuzione della prima classe alla migliore. Per gli ambienti spiccatamente oligotrofici o in generale caratterizzati dalle condizioni ambientali più difficili per l'ittiofauna (es. alte zone salmonicole), si è attribuito un valore minimo I.I. = 16 per la prima classe. Per gli ambienti naturalmente più ricchi e produttivi (es. zone a ciprinidi dei fiumi principali) si è attribuito un valore minimo I.I. = 45 per la prima classe. Le esperienze di applicazione dell'I.I., sia nell'ambito dell'Interreg "Aqua", sia per altri studi nel territorio piemontese, ha portato alle seguenti osservazioni:

- la maggior parte degli ambienti classificati come zone salmonicole (Z1.1 e Z2.1) sono risultati in quarte e quinte classi di qualità; quasi sempre le comunità sono poco o nulla diversificate, spesso con popolazioni povere e/o mal strutturate, anche in situazioni di buona/ottima qualità delle acque; in rari casi si sono ottenute terze classi grazie alle presenze (quasi mai abbondanti) di specie di accompagnamento, quali scazzoni o vaironi;
- la maggior parte degli ambienti classificati come zone salmonicole inferiori (ZP1.2) sono risultati in classi tra la terza e la prima; in assenza di alterazioni ambientali, soprattutto dei regimi idrologici o con la conservazione di portate residue sufficienti, sembra relativamente facile conseguire I.I. > 20 (minimo per la classe seconda in tali ambienti);
- nelle zone ciprinicole (Z1.4 e Z2.3), soprattutto nei corsi d'acqua alimentati da bacini con minori potenzialità idriche, oltre agli effetti indotti dalle sottrazioni d'acqua, si aggiungono le elevate pressioni antropiche; sono ambienti nei quali è più facile l'adattamento di specie esotiche; si sono quindi riscontrate, con una certa frequenza, quarte ed anche quinte classi per tipologie ambientali potenzialmente adatte a fornire i più elevati valori dell'I.I.;
- le classi di qualità più elevate risultano per le Z1.3, Z1.4 e Z2.2, quasi sempre in tratti fluviali caratterizzati da buona qualità ambientale valutata con altri criteri biologici;
- il valore dell'I.I. (e la classe di qualità) assume significato esclusivamente naturalistico per le categorie Z1.1, Z1.2 e Z2.1; non si riconoscono relazioni con la qualità ambientale in generale e con la qualità delle acque in particolare; le classi quarta e quinta non individuano necessariamente situazioni di degrado, sono da considerarsi "normali" per quegli ambienti e pertanto non richiedono particolari

attenzioni per la tutela dell'ittiofauna (ad esclusione dei fini alieutici); l'eventuale identificazione di ambienti di quel tipo caratterizzati almeno da una classe seconda (o addirittura prima) significa viceversa il riconoscimento di situazioni eccezionali, pertanto meritevoli di interesse per la tutela (per es. ai fini della lettera d dell'art. 10 del D. Lgs. 152/1999);

- il valore dell'I.I. e la relativa classe di qualità possono assumere significato naturalistico e/o indicatore della qualità ambientale per tutte le altre tipologie ambientali; si tratta degli ecosistemi acquatici più diffusi nel reticolo idrografico della porzione occidentale del bacino del Po.

La metodologia sopra descritta è valida per la porzione occidentale del bacino del Po, gran parte del quale costituito dalla regione piemontese. Con opportune correzioni ed a seguito di una fase sperimentale sarebbe possibile formulare una proposta di indice complessivamente valido per l'intero bacino del Po, estendibile forse anche agli altri tributari dell'alto Adriatico.

L'I.I. non ha, come scopo principale, la valutazione dello stato dell'ambiente. Questo è un obiettivo che caratterizza altre metodologie basate su indicatori biologici (es. I.B.E.) ed anche su altri parametri ambientali (es. I.F.F.) che, prima di diventare sistemi caratterizzati da buona attendibilità, sono stati ripetutamente riveduti e corretti nell'ambito di prolungate sperimentazioni ed alle quali hanno collaborato diversi specialisti. In sintesi, la metodologia descritta si basa sui seguenti riferimenti essenziali:

5. limita gli obiettivi a quanto concretamente possibile; la qualificazione naturalistica di una comunità ittica rappresenta comunque un obiettivo importante, utile soprattutto per la tutela e per la gestione;
6. accetta il principio per cui la fauna ittica dei corsi d'acqua del versante padano occidentale dell'alto Appennino e delle zone alpine superiori (Z1.1, Z1.2 e Z2.1) non è adatta per fornire indicazioni sulla qualità ambientale in senso lato;
7. accetta il principio per cui i corsi di cui al punto precedente sono, sotto il profilo naturalistico, poco interessanti, in quanto naturalmente popolati da nessuna o da poche specie, le quali comunque formano popolazioni più abbondanti e meglio strutturate verso valle; la presenza di pesci quali le trote fario d'immissione di origine atlantica è un ulteriore fattore indicativo di scarsa qualità faunistica, in quanto definibile come una forma di inquinamento;
8. rinuncia ad enfatizzare la correlazione tra composizione della comunità ittica e qualità ambientale; solo per gli ambienti acquatici delle porzioni a valle delle zone salmonicole e quindi le zone miste e ciprinicole l'I.I., oltre a fornire un valore relativo alla qualità naturalistica delle comunità ittiche, consente di esprimere, seppure con cautela e mediante il confronto con i risultati di altre analisi, valutazioni anche sulla qualità ambientale.