



INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Difesa dei fiumi, difesa dai fiumi

Riflessioni e suggerimenti tecnici

Area ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna
Direttore: F. PAVONE (1)

Servizio Tutela della Fauna e della Flora
Dirigente: G. RIGHERO (1)

Testi, disegni, foto e editing a cura di:
G. FORNERIS (2), S. FORNERIS (3) e G.C. PEROSINO (4)

-
- (1) Provincia di Torino - Via Valeggio, 5 - 10128 (Torino).
(2) Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia dell'Università di Torino.
(3) MAST.IT (Torino).
(4) C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

97 pagine., 47 figure, due allegati.

Marzo 2004

INDICE

1 - PREMESSA	pag. 1
2 - QUALCHE REGOLA DI IDRAULICA	pag. 6
3 - LA FASCIA DI PERTINENZA FLUVIALE	pag. 14
4 - ANSE E MEANDRI DEI FIUMI	pag. 17
5 - ARGINI	pag. 25
6 - FUNZIONE DELLE BRIGLIE	pag. 30
7 - I PONTI	pag. 35
8 - LA PULIZIA DEI FIUMI	pag. 37
9 - MANUTENZIONE E TUTELA DEL SUOLO	pag. 41
10 - CONCLUSIONI	pag. 47
ALLEGATO UNO - Criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna	pag. 54
ALLEGATO DUE - Criteri tecnici per la progettazione di interventi di sistemazione idraulica	pag. 59

PRESENTAZIONE

La tutela della fauna acquatica comporta una serie di azioni rivolte alla conservazione ed all'incremento delle comunità ittiche autoctone tipiche delle zone umide del territorio provinciale. Ciò significa anche regolare e gestire, con la collaborazione delle associazioni, l'attività alieutica in generale e le operazioni di ripopolamento, nell'ambito di una politica complessiva di gestione corretta delle risorse naturali.

È evidente tuttavia che l'attenzione per i pesci non può essere avulsa da una attenta considerazione per gli ambienti acquatici in essi ospitati. La fauna ittica non può prosperare nei fiumi sottoposti a degrado più o meno evidente. I corsi d'acqua inoltre costituiscono i depuratori naturali dell'intero territorio e forniscono la preziosa risorsa idrica necessaria per molteplici utilizzi. Lungo le fasce riparie sono spesso presenti ambienti che conservano ancora una buona naturalità (corridoi ecologici) e costituiscono luoghi di distensione psico - fisica sempre più frequentemente utilizzati dai cittadini. Diventa quindi strategico valutare con maggiore attenzione ogni forma di tutela e di recupero degli ecosistemi acquatici, a partire da una scrupolosa analisi dei problemi esistenti.

Fra le varie cause di impatto negativo merita citare l'insieme degli interventi di sistemazione idrogeologica. Essi sono, in molte situazioni, necessari per garantire la sicurezza dei cittadini e per evitare i gravi danni ai manufatti ed alle attività socio - economiche che, sempre più spesso, vengono provocati dal dissesto idrogeologico. Ma, in molti casi, a fronte di notevoli impegni finanziari, tali interventi producono effetti dannosi alle cenosi acquatiche o addirittura possono aggravare i rischi.

È possibile immaginare modalità di intervento sui fiumi capaci di ridurre gli effetti delle manifestazioni di piena e contemporaneamente con impatto scarso o nullo sugli ecosistemi naturali? In altri termini è realisticamente conseguibile l'obiettivo, coniato come slogan, della *“difesa dei fiumi e difesa dai fiumi”*? È una domanda difficile e la risposta non può essere soltanto una semplice elencazione di norme tecniche.

Occorre una nuova filosofia che sappia guardare con attenzione alle nuove tecniche dell'ingegneria naturalistica (ma senza considerarle la panacea di tutti i problemi), che sappia valutare con spirito critico le tecnologie tradizionali (quindi senza escluderle a priori), che sia ispirata da una nuova concezione che non veda il fiume come semplice trasportatore di acqua, ma sede di processi biologici fondamentali nel garantire la vita, che sappia promuovere il coraggio e la fantasia intorno alla necessità di soluzioni nuove ed alternative. Soprattutto è fondamentale che “tutti” siano maggiormente informati.

L'informazione è il nodo principale. La politica del controllo del dissesto idrogeologico non è solo e semplicemente frutto dell'iniziativa di amministratori più o meno illuminati, ma è anche e soprattutto il risultato dello scambio di

informazioni, dati, concezioni, ipotesi,... tra gli amministratori stessi e i funzionari di pubbliche amministrazioni, i ricercatori ed i tecnici, associazioni di categoria e forze politiche, i pescatori, i cittadini, i sodalizi ambientalisti,... e a questo proposito basta fare attenzione ai dibattiti, talora anche molto accesi, che si innescano ogni volta in seguito ad eventi catastrofici. Si forma, in sostanza, una opinione diffusa che induce alle scelte concrete di intervento, purtroppo non sempre idonee alla soluzione dei problemi e la ragione principale è l'insufficiente comprensione dei fenomeni che si manifestano a livello del suolo quale conseguenza delle manifestazioni idrometeorologiche eccezionali.

L'informazione è quindi un obiettivo strategico. Essa deve coinvolgere *“tutti”*: dall'amministratore al cittadino, dal tecnico al funzionario, dal pescatore all'ambientalista, dal progettista all'esecutore delle opere,... A *“tutti”* è quindi rivolta la presente pubblicazione, una sorta di dispensa che non ha la pretesa di costituire un manuale completo e dettagliato, ma di fornire idee, ipotesi, suggerimenti e spunti di riflessione per *“lavorare”* sul fiume con più attenzione, valutandolo, diversamente da quanto effettuato in passato, come un sistema molto più complesso di quanto superficialmente appare e soprattutto senza pericolose illusioni sulla presunta capacità dell'uomo di controllare pienamente le forze della natura.

Si tratta di un contributo alla riflessione che rivolgiamo a *“tutti”* affinché, insieme, con pazienza, impegno ed interesse, si cominci ad osservare il fiume in modo più approfondito, per apprezzarne l'estrema complessità e per imparare a valutare più correttamente pregi e svantaggi degli interventi di sistemazione idraulica.

Marco BELLION
*Assessore alla Tutela della
Fauna e della Flora*

1 - PREMESSA

Il fiume non è un semplice canale naturale, con funzione esclusiva di trasporto a valle dell'acqua. Questa concezione superficiale, in larga misura e con poche eccezioni, da sempre ha ispirato i rapporti tra le attività umane e i corsi d'acqua. Il fiume è utile perché fornisce risorse idriche, per "dissetare", per "lavare", per "smaltire rifiuti", per fornire "forza motrice", oppure quale asse naturale per trasporti via acqua, o ancora, in passato, perché utile quale linea di difesa militare. Solo occasionalmente il fiume ha rappresentato un mezzo per lo svago, principalmente la balneazione (quando le acque erano più pulite) e la pesca sportiva (quando i pesci erano tanti). Il fiume quindi visto quasi esclusivamente come una risorsa da sfruttare.

L'acqua non è soltanto utile; purtroppo può anche far paura o addirittura terrorizzare. Morte e distruzioni causate dalle alluvioni hanno sempre accompagnato la storia dell'uomo, spesso costretto a vivere pericolosamente vicino all'acqua e perciò continuamente costretto ad ingegnarsi per difendersi: l'ingegneria idraulica è una delle discipline più antiche (come sottolineato già da Leonardo Da Vinci nel Codice Hammer). Il terrore dell'acqua fa parte della cultura umana ed ha origine fin dai miti più antichi, dominati dai cataclismi del diluvio universale.

Il fiume che "serve" ed il fiume che "fa paura". Sembra, apparentemente, che vi siano poche alternative per concezioni diverse. Ma è proprio così? Oppure è possibile pensare al fiume come a qualcosa di ben più complesso ed interessante, cioè come ad un vero e proprio ecosistema? E che cosa significa questa ultima espressione?

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 basso corso del Pellice, poco a monte della confluenza con il Po, uno degli ecosistemi fluviali più interessanti del territorio della Provincia di Torino. 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.

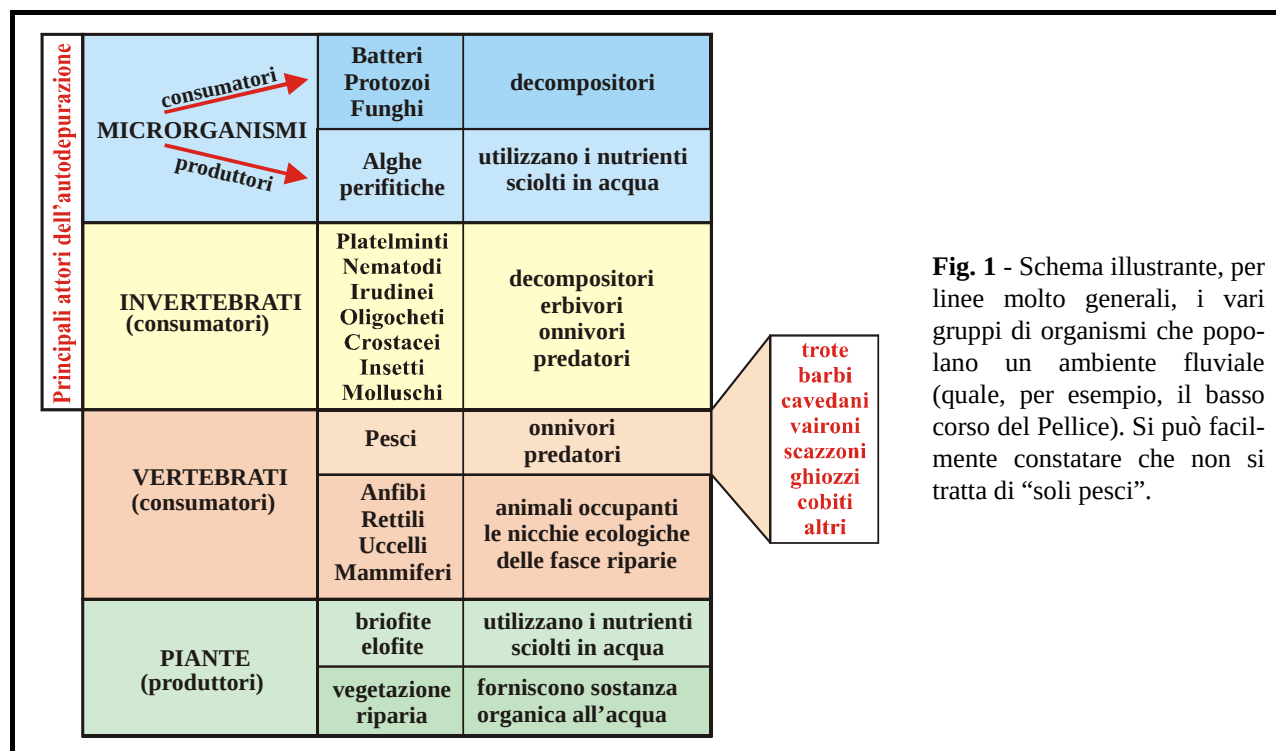
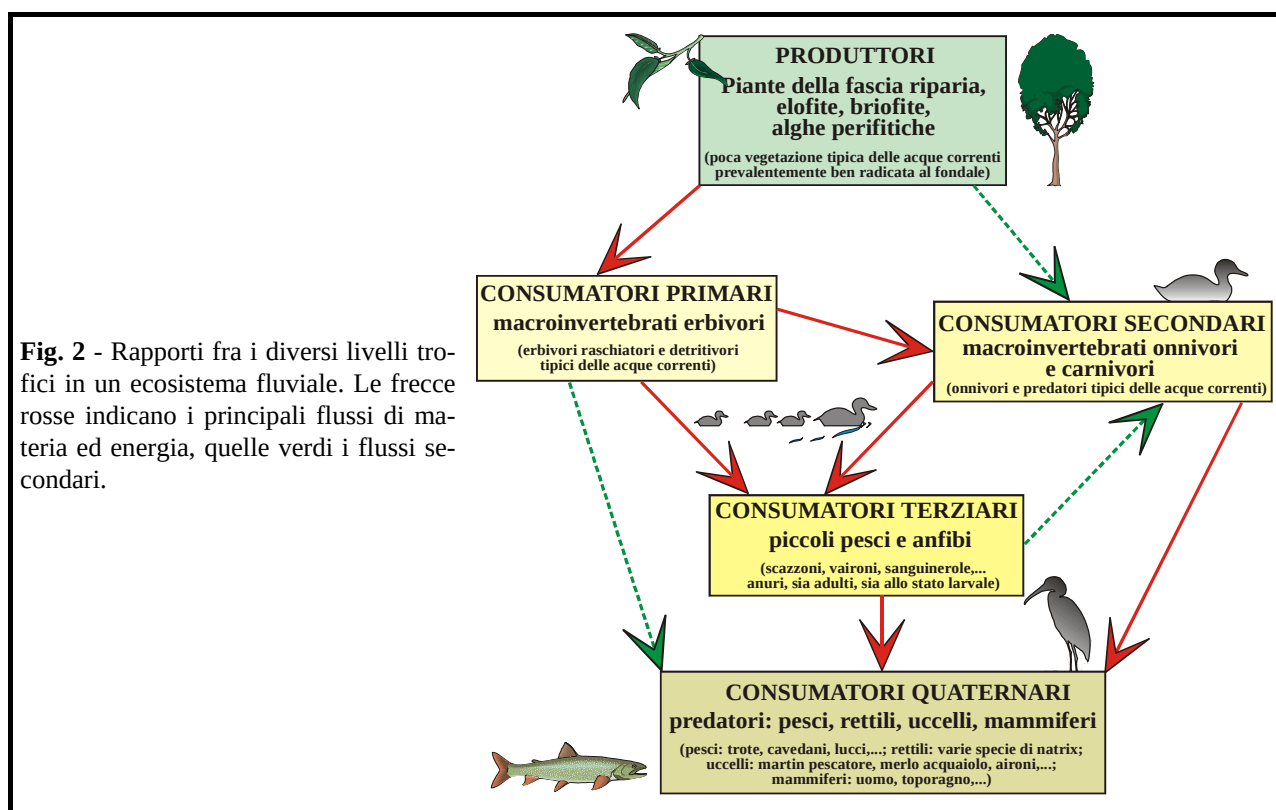


Fig. 1 - Schema illustrante, per linee molto generali, i vari gruppi di organismi che popolano un ambiente fluviale (quale, per esempio, il basso corso del Pellice). Si può facilmente constatare che non si tratta di "soli pesci".

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

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 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.



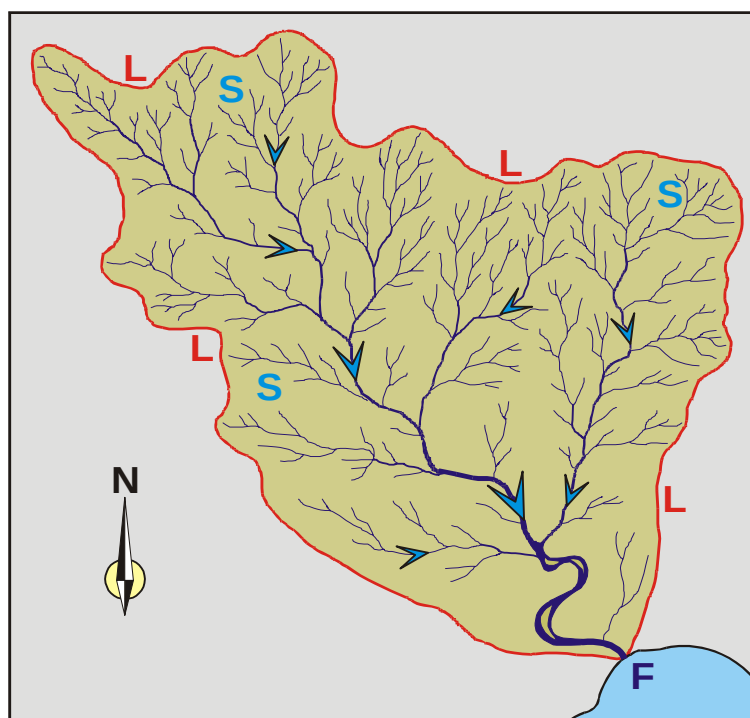
L’acqua corrente (che durante le piene “spazza” ed “erode” il substrato stravolgendolo) impedisce, nella maggior parte dei casi, lo sviluppo di comunità vegetali stabili e persistenti. Al contrario di altri ambienti acquatici (paludi, stagni, laghi,...), nel fiume non vi sono le condizioni per lo sviluppo di plancton; solo dopo lunghi periodi senza manifestazioni di piena, qualche pianta (idrofito) 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 (**fig. 3**). 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.

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 - La quantità e la qualità dell'acqua (*deflussi*) che giunge alla foce (**F**), dipende dalle precipitazioni (*afflussi*), dal clima e dall'area del *bacino imbrifero* delimitato dagli *spartiacque* (**L**) e dalla qualità degli ambienti presenti su tale territorio. L'acqua delle piogge, delle sorgenti (**S**) e dello scioglimento delle nevi scorre in un insieme di alvei naturali incisi costituendo il *reticolo idrografico*, una vera e propria rete naturale di drenaggio.



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.

Da quanto sopra espresso 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.

Lo sfruttamento delle risorse idriche (punto 1) va ovviamente gestito con oculatezza³, ma questo è un argomento che, seppure importante, non è strettamente pertinente con l'oggetto di questa pubblicazione. I punti 2) e 3) sono alla base dello slogan, recentemente molto diffuso, "**tutela dai fiumi e dei fiumi**". Occorre cioè difendere l'uomo ed i suoi manufatti dalla furia devastante delle piene ed al contempo

³ L'art 3 della **Legge 183 del 18/05/1989** cita: "la razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con una efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso vitale negli alvei sottesi, nonché la polizia delle acque".

L'art. 5 del **Decreto Legislativo 275 del 12/07/1993** cita: "il provvedimento di concessione tiene conto del minimo deflusso costante vitale da assicurare nei corsi d'acqua..."

L'art. 1 della **Legge 36 del 05/01/1994** (disposizioni in materia delle risorse idriche) cita: "tutte le acque superficiali e sotterranee.... sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà; qualsiasi uso delle acque è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale; gli usi delle acque sono indirizzati al risparmio e al rinnovo delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico, la vivibilità dell'ambiente, l'agricoltura, la fauna, la flora acquatica, i processi geomorfologici e gli equilibri idrologici;..."

L'art. 22 del **Decreto legislativo 152 dell'11/05/1999** cita: "nei piani di tutela sono adottate le misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico... tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa compatibili con le relative caratteristiche qualitative e quantitative... tutte le derivazioni di acqua comunque in atto alla data di entrata in vigore del presente decreto sono regolate dall'autorità concedente mediante la previsione di rilasci volti a garantire il minimo deflusso vitale nei corpi idrici..., senza che ciò possa dar luogo alla corresponsione di indennizzi da parte della pubblica amministrazione, fatta salva la relativa riduzione del canone di concessione..."

difendere il ruolo strategico degli ecosistemi fluviali per il mantenimento degli equilibri ambientali. Ciò sembra costituire una contraddizione, ma uno degli obiettivi di questa pubblicazione è il tentativo di dimostrare il contrario.

Le alluvioni che hanno colpito l'Italia settentrionale, soprattutto in questo ultimo decennio, ripropongono vecchie questioni, classici argomenti di dibattito che prendono ampio spazio nei mezzi di comunicazione di massa ogni volta che avvengono manifestazioni di dissesto, come una sorta di commedia continuamente replicata, che potrebbe condurci ormai alla noia se non fosse per la spettacolarità delle forze della Natura che le immagini televisive ci offrono in diretta, per l'angoscia delle persone in pericolo, per i danni materiali e per la frustrazione dovuta all'inevitabilità di tali fenomeni. Perché tutto questo? Eppure le soluzioni forse esistono; in alcuni casi sembrano banali, tanto che vengono ripetutamente proposte da scrittori, poeti, giornalisti, politici, persone comuni,.... Allora perché non si agisce? Manca la volontà? Mancano le risorse? Non vi è sufficiente consapevolezza?....

È certamente difficile, per l'uomo tecnologico, accettare passivamente lo scatenarsi delle immani forze della Natura e l'inevitabilità di processi che da sempre caratterizzano la storia geobiologica della Terra. Succede allora che i dibattiti intorno alle cause del dissesto idrogeologico siano afflitti dall'ansia dovuta all'amara sensazione di impossibilità di controllo e dalla frustrazione dovuta alla constatazione dell'inutilità di gran parte degli interventi di prevenzione dei rischi.

L'insieme dei sentimenti indotti dall'ansia e dalla frustrazione inducono alla ricerca ostinata dei responsabili, una sorta di *"caccia al colpevole"*, classico atteggiamento in risposta al bisogno dell'uomo di considerare tutto ciò che gli sta attorno come una sorta di mondo artificiale e quindi in qualche modo controllabile grazie alla tecnologia, nuovo ed infallibile mito dell'era moderna. Un'alluvione, una eruzione vulcanica, un terremoto,.... soprattutto quando portatore di lutti e danni, più che evento naturale, viene considerato quale conseguenza di un qualche processo umano mal gestito da persone che devono essere individuate e punite. L'individuazione dei "responsabili" scarica le coscienze di tutti e contribuisce a giustificare l'ostinazione dell'uomo nella sua pretesa di controllo totale della Natura, ovviamente fino al prossimo disastro.

La gente, oppressa da tali sentimenti, discute e tutti, come accade in occasione dei mondiali di calcio, quando si trasformano in esperti allenatori, si autoconferiscono, ad honorem, il titolo di esperti in idrogeologia. Ecco allora che emergono le più fantastiche teorie: le cause principali dei disastri diventano i mancati interventi di escavazione, ritombamenti (movimenti di materiali alluvionali), regimazioni idrauliche, pulizia degli alvei e la mancata realizzazione di difese spondali (massicciate, primate, gabbionate, briglie, muri di contenimento,....).

Chi sono i responsabili di questo uso improprio del territorio? L'architetto (o l'ingegnere) che progetta strutture coerenti con processi decisionali preventivamente stabiliti come i piani regolatori comunali⁴. I costruttori che si limitano a realizzare tali strutture sulla base di precisi progetti regolarmente verificati ed approvati. Gli amministratori (espressione politica del consenso popolare) il cui compito è quello di delineare gli indirizzi di gestione e, manifestando piena fiducia nei tecnici, che delegano a loro le verifiche necessarie. Ma i tecnici delegati a questo compito chi sono? Solitamente si tratta di geometri, ingegneri, architetti, geologi.... (funzionari e/o consulenti) i quali operano all'interno o per conto di enti pubblici che pianificano nell'ambito di più o meno rigorosi processi amministrativi trasparenti e democratici e strettamente vincolati da norme tra le quali anche alcune utili alla corretta gestione del territorio. Infine il cittadino che acquista una determinata proprietà sulla sponda di un corso d'acqua, alla base di una frana o sulle pendici di un vulcano e non si informa su questioni rispetto alle quali dovrebbero pensarci gli altri, cioè quelli citati prima.

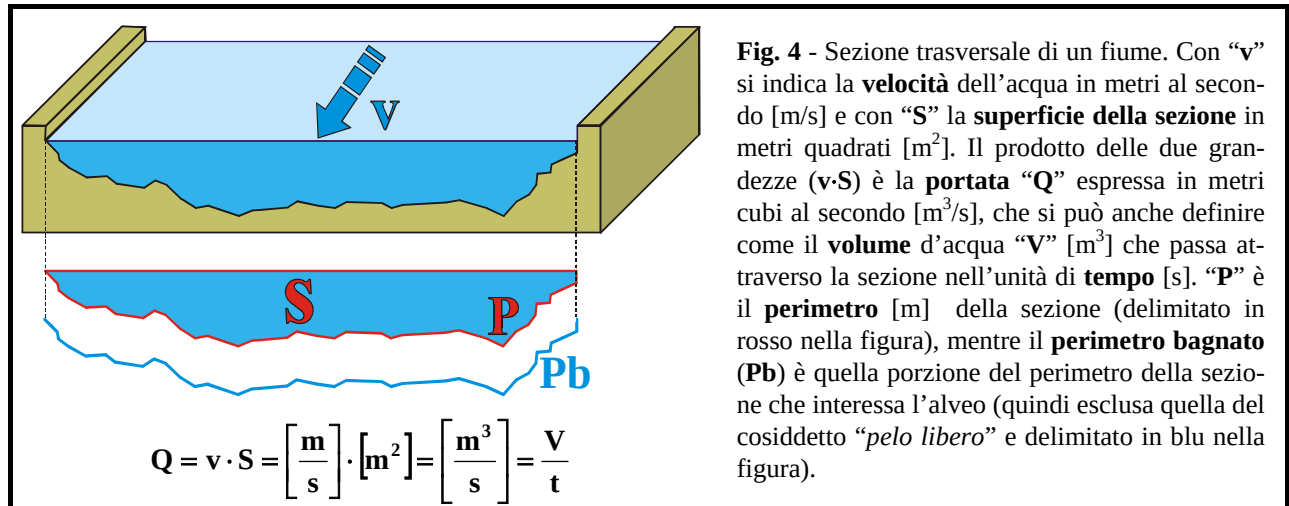
⁴ Afferma Roberto Gambino (Politecnico di Torino): *"Credo che mi consentirete un richiamo.... al fatto che all'indomani dei grandi eventi alluvionali stiamo probabilmente per assistere ad eventi non meno calamitosi: la ricostruzione, dov'era e come era, anche di tutto ciò che è stato coinvolto, se non addirittura causa degli eventi stessi. Vorrei sottolineare con grande forza (...) che in questi eventi alluvionali la responsabilità della pianificazione è stata molto forte. Nessuno può venirci a raccontare che ciò che è avvenuto è ascrivibile a disattenzioni, disfunzioni, cattiva volontà di qualche amministratore,.... No, qui siamo di fronte a scelte che erano firmate, che erano pianificate, che erano regolarmente avallate in tutti i passi fondamentali dei processi decisionali che assistono la pianificazione. Erano cioè.... calamità pianificate...."* Atti Convegno Pro Natura *"Idroelettrico e ambiente. Una convivenza difficile"* del 27 gennaio 1995: 13 - 19 (La pianificazione territoriale e l'uso delle acque. Il rincorrersi dei piani). Editel, Torino.

Il risultato finale è: *quasi nessuno è sufficientemente consapevole, quasi tutti sono responsabili*. Quindi gli eventi di dissesto idrogeologico non dovrebbero costituire occasione per scatenare la solita caccia ai responsabili, ma dovrebbero servire per riflettere seriamente sulle modalità di gestione del territorio, tenendo ben presente che i problemi non sono soltanto di natura tecnica ed amministrativa, ma anche politica e soprattutto culturale. È triste il fatto che (come cittadini, imprenditori, tecnici, politici, amministratori,...) non riusciamo a capire “da soli” quanto è pericoloso un campeggio sul greto di un fiume. Diventa allora necessario sprecare risorse per pagare fior di specialisti al fine di predisporre studi che illustrino ciò che dovrebbe essere ovvio per tutti: *non si deve costruire lungo i fiumi*.

È necessario sgombrare il campo da falsi miti o da concezioni che possono portarci fuori strada. Occorre selezionare fatti e concetti che possano fornire contributi concreti e realistici. Soprattutto occorre divulgare la massima informazione, per fornire a “tutti” strumenti cognitivi utili per analizzare meglio i fenomeni del dissesto idrogeologico e per proporre “insieme” soluzioni economicamente meno dispendiose, più efficaci nella difesa dal rischio e più rispettose dell’ambiente naturale.

2 - QUALCHE REGOLA DI IDRAULICA

Consideriamo un breve tratto di un fiume e quindi una sua sezione trasversale (**fig. 4**). Si definisce portata il volume d'acqua ("V", solitamente espresso in metri cubi) che attraversa la sezione nell'unità di tempo ("t", in genere un secondo). Dalla lettura della didascalia della **fig. 4**, si comprende che la portata è tanto maggiore quanto più alta è la velocità dell'acqua e quanto più grande è la superficie della sezione. D'altra parte è intuitivo che tanto più veloce è il flusso idrico, tanto più ripide e alte sono le sponde e tanto più esse sono lontane tra loro, maggiore risulta la quantità d'acqua che può scorrere lungo il fiume.



È interessante notare che le portate di un corso d'acqua di discrete dimensioni, come quelle dei principali affluenti del Po nel territorio della Provincia di Torino, possono variare da valori molto bassi, intorno a pochi metri cubi al secondo nei periodi di magra, fino a valori centinaia di volte più grandi in occasione dei più intensi fenomeni di piena (**tabb. 1 e 2**).

Ciò significa, per un qualunque organismo acquatico (un insetto, un verme, una larva di anfibio, un pesce,...) vivere, in un determinato momento, in condizioni di regime idrologico caratterizzato da acque relativamente calme e limpide, per passare, talora quasi improvvisamente, ad una nuova situazione, con velocità delle acque decine di volte superiore e soprattutto rese torbide dalla massiccia presenza di limo e talora di pietre e massi che sconvolgono il substrato (confrontare i valori Q_{max} e Q_{min} in **tab. 2**).

FIUME (stazione)	periodo di osservazione	N	C	A
DORA BALTEA (Tavagnasco)	1925÷1985	61	0,96	949
ORCO (Pont Canavese)	1928÷1943 e 1948÷1976	45	0,81	1.263
STURA di LANZO (Lanzo)	1930÷1943 e 1946÷1980	49	0,83	1.296
DORA RIPARIA (Ulzio)	1927÷1956	30	-	-
DORA RIPARIA (S. Antonino)	1927÷1953	27	0,69	841
CHISONE (Souchères Basses)	1959÷1970	12	0,85	966
CHISONE (S. Martino)	1937÷1970	34	0,66	1.058
PO (S. Mauro)	1933÷1946	14	0,62	1.000

Tab. 1 - Elenco di alcuni fiumi della Provincia di Torino sui quali hanno operato stazioni idrometriche. Sono indicati i periodi di osservazione, il numero di anni (N), i coefficienti di deflusso medi annui (C) e gli afflussi meteorici (A; mm). Dati ricavati dal Servizio Idrografico Italiano, 1970, 1913 ÷ 1985).

Lungo un condotto (per esempio un canale) la quantità d'acqua che passa attraverso una data sezione deve essere la stessa di quella che attraversa un'altra sezione posta a valle o a monte. "Deve" essere così, altrimenti dovremmo ammettere che, fra le due sezioni, venga aggiunta o tolta dell'acqua. Questo principio è valido anche se le superfici delle sezioni sono diverse. Lo schema rappresentato in **fig. 5** illustra bene il

concetto: lungo il profilo longitudinale di un corso d'acqua, se non vi sono perdite e/o contributi, la portata rimane costante.

FIUME (stazione)	S	Q _{med}	Q _{max}	Q _{min}	Q ₃₅₅
DORA BALTEA (Tavagnasco)	3.313	97,2	1.950	17,5	24,0
ORCO (Pont Canavese)	617	20,5	1.410	1,15	4,4
STURA di LANZO (Lanzo)	582	20,3	1.600	2,70	4,13
DORA RIPARIA (Ulzio)	264	5,5	167	1,30	1,71
DORA RIPARIA (S. Antonino)	1.048	19,2	880	6,12	8,64
CHISONE (Souchères Basses)	94	2,4	90	0,42	0,51
CHISONE (S. Martino)	580	13,2	700	1,59	4,60
PO (S. Mauro)	7.408	146,5	3.750	18	-

Tab. 2 - Caratteristiche delle stazioni idrometriche di alcuni fiumi della Provincia di Torino. Superfici (km²) bacini sottesi (S), portate (m³/sec) medie annue (Q_{med}), massime al colmo (Q_{max}), minime assolute (Q_{min}) e di durata pari a 355 giorni (Q₃₅₅). Dati ricavati dal Servizio Idrografico Italiano, 1970, 1913 ÷ 1985).

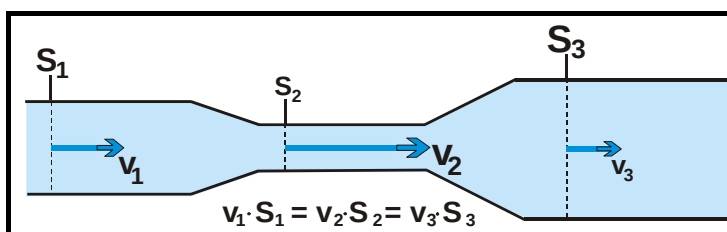


Fig. 5 - L'acqua, nell'attraversare la sezione di minore superficie S₂, aumenta di velocità. Attraverso la sezione S₃, molto più grande, potrebbe passare, più comodamente, molta più acqua; succede invece che la velocità diminuisce così che la portata rimane la stessa.

Tutte le precedenti considerazioni sono valide a **due condizioni**:

- 1) le velocità dei diversi filetti (linee di flusso) dell'acqua che attraversano la sezione in vari punti devono essere uguali;
- 2) le direzioni dei filetti devono essere fra loro parallele e perpendicolari alla sezione.

Per quanto riguarda la **prima condizione** si può fare riferimento ad uno schema illustrante i risultati di misure delle velocità dell'acqua in più punti realmente effettuate in corrispondenza di una sezione trasversale di un piccolo fiume, in un tratto rettilineo, per la determinazione della portata (**fig. 6a**). La misura di una portata sarebbe assai semplice se la condizione di uniformità della velocità della corrente fosse in effetti identica in ogni punto; sarebbe sufficiente infatti una sola misura mediante un mulinello idrometrico. Il riscontro di quanto realmente accade risulta chiaro dall'esame dello schema succitato.

Si capisce bene che, lungo un corso d'acqua naturale, la situazione normale è ben diversa dalla prima condizione. Infatti la velocità dell'acqua è massima lungo il filetto centrale presso la superficie e tende a diminuire verso le sponde ed in prossimità del fondo (**fig. 6b**). Si conclude che il termine “**v**” va inteso come “**velocità media**”, rappresentativa dell'insieme delle velocità dei diversi filetti di corrente che attraversano la sezione individuata.

Per quanto riguarda la **seconda condizione** bisogna considerare che un corso d'acqua quasi mai assume l'aspetto di un canale con fondo e pareti perfettamente regolari, anche nei tratti rettilinei. Lungo un condotto rettilineo, in condizioni ideali, le varie linee di flusso dell'acqua sono fra loro parallele, allineate lungo la direzione del condotto stesso. Qualche lieve turbolenza si può manifestare in corrispondenza delle pareti; si tratta tuttavia di un aspetto tanto più trascurabile quanto maggiore è il cosiddetto “**raggio idraulico**” (ampia superficie della sezione rispetto al suo perimetro bagnato) e quanto più le pareti sono lisce e regolari (**fig. 7**).

Esiste un preciso rapporto fra superficie della sezione (S) ed il perimetro bagnato (Pb); esso definisce il cosiddetto **raggio idraulico “R”**:

$$R = \frac{S}{P_b}$$

Fig. 6a - Profilo di una sezione trasversale di un piccolo fiume, largo poco più di 5 m e con profondità massima di 60 cm. Mediante un mulinello idrometrico si sono misurate le velocità dell'acqua rappresentative di 22 sottosezioni rettangolari, ciascuna con dimensioni 2 dm X 5 dm e quindi di superficie $s = 10 \text{ dm}^2$. La stessa sezione è quindi trasformata in un insieme di rettangoli "s". La superficie dell'intera sezione di deflusso è pari a $S = 2,2 \text{ m}^2$. L'elica del mulinello idrometrico è stato posizionato al centro di ogni sottosezione per la misura delle velocità delle correnti; i risultati sono messi in evidenza ed indicati in dm/s. Si osserva il piccolo rettangolo a destra con velocità dell'acqua pari a zero (quindi trascurato). La velocità risulta massima al centro dell'alveo e presso la superficie, con 4,1 dm/s (41 cm/s) e diminuisce verso il fondo e verso le sponde, con minimi di 1,5 dm/s. Per ogni sottosezione si moltiplica il valore della velocità (v ; dm/s) per la sua superficie (s ; dm^2), ottenendo così la relativa portata parziale ($q = v \cdot s$; dm^3/s ; l/s). La portata complessiva (Q) si ottiene dalla somma di quelle parziali di tutte le sotto-sezioni.

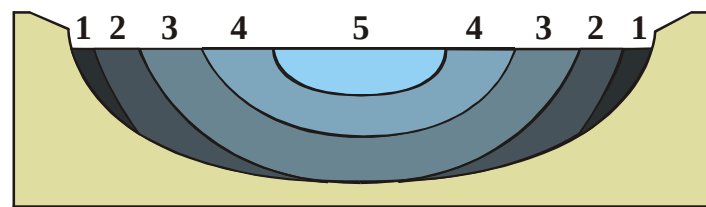
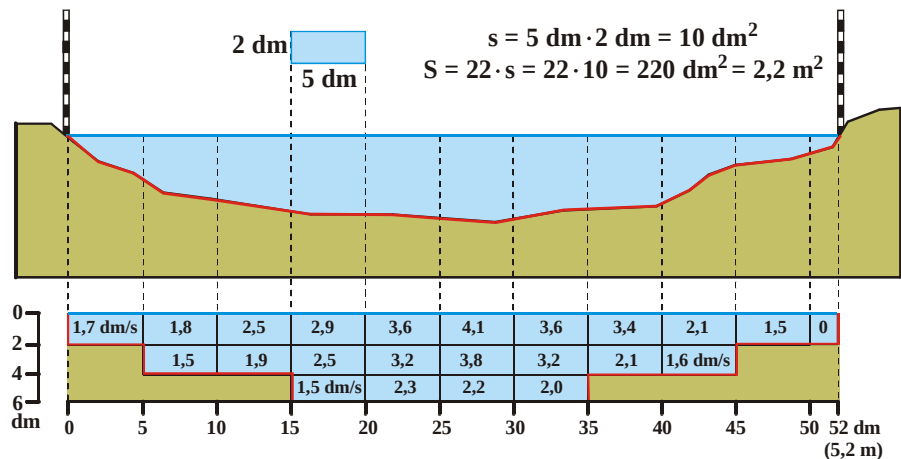


Fig. 6b - In generale, lungo un tratto di fiume ad andamento rettilineo, la velocità dell'acqua è massima in superficie (5) ed in centro; decresce gradualmente (4 $\Rightarrow$ 2) verso le sponde ed il fondo, per diminuire repentinamente in prossimità delle superfici bagnate, soprattutto presso le sponde (1).

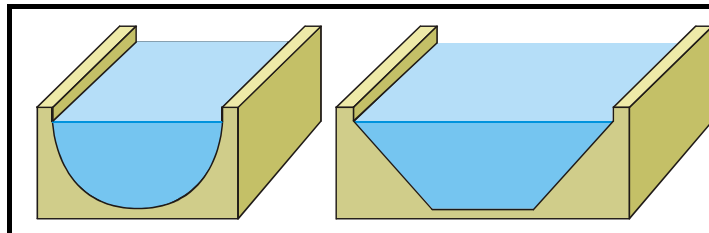


Fig. 7 - Esempi di sezioni con ampia superficie e ridotto perimetro bagnato (quindi elevato raggio idraulico) e pareti lisce (minima *scabrezza*). Condizioni quasi ideali per il regolare flusso dell'acqua lungo linee di flusso fra loro parallele e perpendicolari alla sezione.

Approssimando molto, il flusso dell'acqua lungo un condotto è tanto più facilitato quanto maggiore è il raggio idraulico. Se la sezione avesse forma di semicerchio con raggio pari ad un metro, la superficie varrebbe $S = 1,57 \text{ m}^2$, mentre il perimetro $P_b = 3,14 \text{ m}$; quindi il raggio idraulico vale $R = 1,57 : 3,14 = 0,5 \text{ m}$. Con una sezione rettangolare con la stessa superficie (quindi ancora $1,57 \text{ m}^2$), ma con base pari a 5 volte l'altezza, il perimetro bagnato risulterebbe di $3,92 \text{ m}$; in questo caso $R = 1,57 : 3,92 = 0,4 \text{ m}$. Se la base fosse pari a 10 volte l'altezza, sempre a parità di superficie, il perimetro assumerebbe il valore $P_b = 4,8 \text{ m}$ ed il raggio idraulico $R = 1,57 : 4,8 = 0,33 \text{ m}$. Di fatto, in una sezione con base molto ampia (come si verifica nella maggior parte dei fiumi) il raggio idraulico diventa approssimativamente pari all'altezza dell'acqua. La **fig. 7** illustra sezioni caratterizzate da un elevato raggio idraulico.

Se invece la sezione avesse una limitata superficie ed un ampio perimetro bagnato (ridotto raggio idraulico) e le pareti del condotto fossero caratterizzate da elevata *scabrezza* (cioè contrastassero, con maggiore attrito, il flusso dell'acqua), potrebbero verificarsi turbolenze notevoli (**Fig. 8**). In simili casi ben difficilmente i filetti d'acqua sono paralleli tra loro, perpendicolari alla sezione e tutti caratterizzati dalla stessa velocità. Tali situazioni costituiscono la norma nei corsi d'acqua naturali. Ciò, tra l'altro, spiega il motivo per cui le misure di portata di un fiume devono essere effettuate mediante il maggior numero possibile di misure delle portate delle sottosezioni (come illustrato nella succitata **fig. 6a**). Le cose cambiano nel caso dei canali artificiali, solitamente con profili più regolari e con pareti del fondo e delle sponde più lisce; d'altra parte essi sono realizzati allo scopo di trasportare acqua nel modo più efficace possibile, limitando al minimo le dispersioni dovute all'irregolarità dei moti d'acqua.

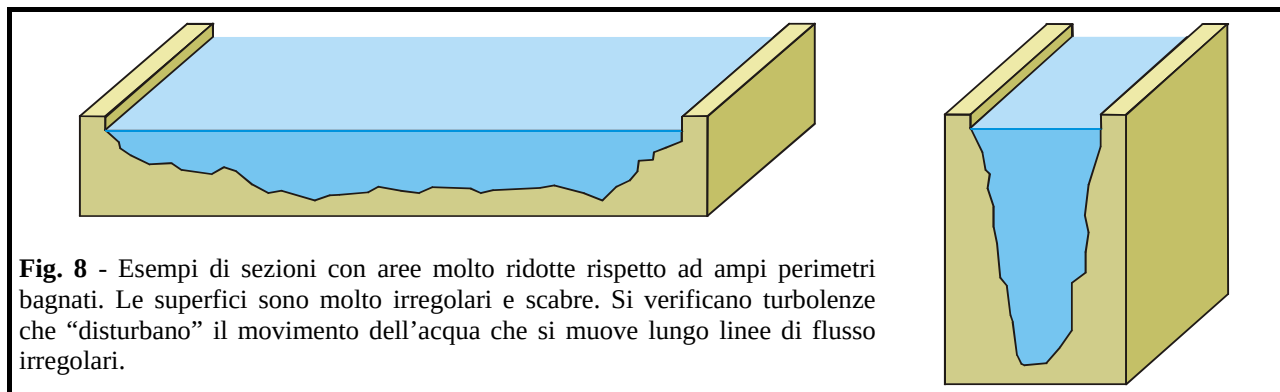


Fig. 8 - Esempi di sezioni con aree molto ridotte rispetto ad ampi perimetri bagnati. Le superfici sono molto irregolari e scabre. Si verificano turbolenze che “disturbano” il movimento dell’acqua che si muove lungo linee di flusso irregolari.

Vediamo ora, alla luce dei concetti sopra descritti, quali sono le tecniche tradizionali dell’ingegneria utilizzate negli interventi di sistemazione idraulica finalizzati alla limitazione del rischio idrogeologico. Se il fiume potesse essere “trattato” come un sistema fisico semplice, allora le formule prima citate potrebbero essere applicate con buoni risultati, ma la realtà è ben più complessa. Possiamo sviluppare alcuni ragionamenti ignorando, per semplicità, le implicazioni di carattere biologico (seppure importanti come precedentemente considerato).

Uno dei problemi principali è l’esondazione: grandi volumi d’acqua che escono dall’alveo per invadere i terreni circostanti. Si vorrebbe che ciò non accadesse, che anche in occasione delle manifestazioni di piena più intense tutta l’acqua rimanesse in alveo senza produrre allagamenti; perché ciò sia possibile occorre che il fiume abbia capacità di sostenere grandi portate. Come abbiamo visto la portata dipende dalla sezione di deflusso e dalla velocità dell’acqua, ma abbiamo anche sottolineato che si tratta di una semplificazione rispetto ad una realtà più complessa, in relazione al tipo di movimento dell’acqua, all’attrito nei confronti delle superfici dell’alveo bagnato, alla forma della sezione,...

Tra gli interventi più frequenti è la “*risagomatura*” del profilo trasversale; essa consiste nel rimaneggiare l’alveo in modo che le sezioni di deflusso assumino la forma di un trapezio isoscele, analogo al modello illustrato a destra della **fig. 7**. Tale intervento ha lo scopo di aumentare il raggio idraulico ed è adottato soprattutto nei tratti fluviali rettilinei o debolmente sinuosi. Spesso si pone anche particolare attenzione nel rendere regolari, prive di asperità e al limite piatte e lisce quelle pareti (fondo e sponde) le cui estensioni concorrono a definire il perimetro bagnato. In tal modo si tenta di ridurre al minimo la scabrezza, al fine di eliminare, per quanto possibile, le turbolenze, che comportano una notevole dispersione di energia. È evidente che tali interventi, più che modificare la superficie della sezione, agiscono sui fattori che limitano la velocità dell’acqua. D’altra parte, dalla lettura della formula illustrata in **fig. 4**, è chiaro che il deflusso dipende strettamente dalla velocità della corrente.

In effetti, soprattutto lungo i tratti fluviali che attraversano aree fortemente urbanizzate, dove occorre intervenire per aumentare la capacità di sostenere grandi portate senza esondazioni, sembra ovvio che il fattore principale sui cui agire è la velocità. In altri termini è un po’ come se si tentasse di far defluire l’acqua di piena il più velocemente, senza produrre danni. Tuttavia, immediatamente a valle, il mantenimento (o addirittura l’incremento) di una più elevata velocità di deflusso deve in qualche modo essere “scaricata”. In sintesi gli effetti positivi (in termini di sicurezza) di un motivato intervento di risagomatura lungo un ben determinato tratto a monte, viene “pagato” con la conseguente necessità di altri interventi “compensatori”, di natura opposta, utili a favorire la dissipazione di energia a valle. Normalmente accade il contrario; non si effettuano interventi compensatori e addirittura se ne effettuano altri di risagomatura, poco giustificati dal valore economico delle aree esondabili, che comportano un ulteriore accumulo di energia ed incremento dei rischi verso valle.

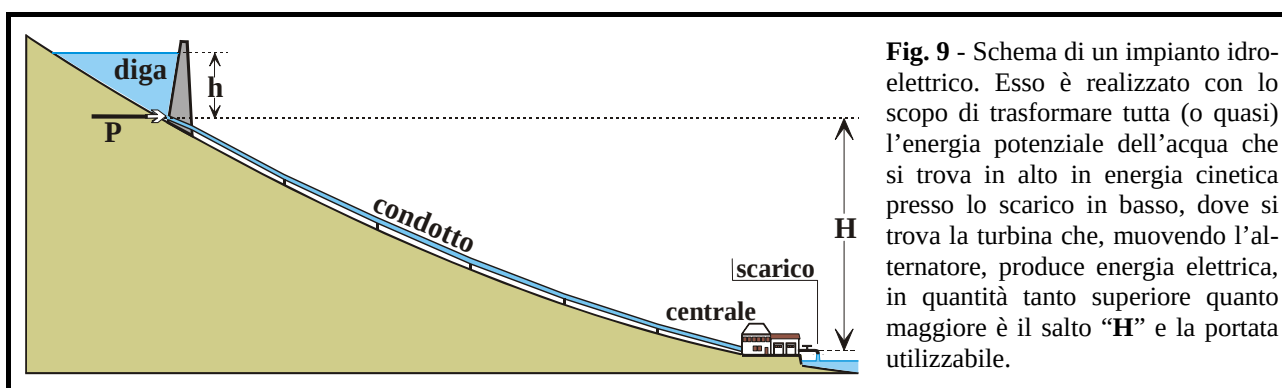
Se tali interventi possono essere ritenuti idonei per contenere le erosioni in corrispondenza delle sezioni interessate dagli attraversamenti (ponti) e dei tratti di corsi d’acqua in ambiti fortemente antropizzati (e senza alternative per quanto attiene le ricollocazioni di edifici), risulta pericoloso procedere (come purtroppo sta avvenendo) all’artificializzazione massiva dei fiumi. In tal modo essi sono destinati ad essere trasformati in condotti lungo i quali la dissipazione di energia viene limitata al massimo; le acque conservano o addirittura acquisiscono ulteriore velocità, con possibili gravi conseguenze a valle.

Trasformare i corsi d’acqua del reticolo idrografico naturale in una rete di condotti artificiali (agendo sulla forma delle sezioni e riducendo la scabrezza), al fine di favorire un più veloce smaltimento delle acque,

riduce il rischio di esondazioni in aree limitate, ma favorisce un più veloce trasferimento verso valle; ciò comporta una riduzione dei tempi di corrivazione. In altri termini, ad una determinata sezione su un fiume, le acque giungono contemporaneamente da tutte le porzioni del bacino più rapidamente, con conseguente incremento delle portate e dei rischi di piene rovinose (oltre ad innescare più intensi processi erosivi determinati dalle maggiori velocità delle acque).

Le irregolarità degli alvei naturali, la loro elevata scabrezza (presenza di ciottoli di varie dimensioni, massi, radici, alberi,...), l'erosibilità di ampi tratti spondali, le possibilità di esondazione,... determinano la dissipazione di gran parte dell'energia delle acque, attenuano le velocità delle correnti e ad allungano i tempi per giungere a valle. Ed è per tali ragioni che conviene evitare di intervenire almeno lungo i tratti fluviali che attraversano aree poco utilizzate dall'uomo. Conviene tollerare piccoli danni in tali zone al fine di ridurre quelli ben più consistenti nelle fasce fluviali fortemente urbanizzate. Si tratta di concetti fondamentali, eppure troppo spesso trascurati; pertanto si ritengono necessarie ulteriori considerazioni

La **fig. 9** illustra un impianto idroelettrico, costituito dalla diga, condotta e centrale. L'apparecchio fondamentale è l'alternatore, capace di trasformare l'energia cinetica di una turbina in energia elettrica. La produzione dipende dalla velocità con la quale ruotano le "pale" della turbina e quindi dalla velocità con la quale giunge l'acqua in fondo alla condotta. Ovviamente la quantità di energia prodotta dipende anche dalla quantità (portata) d'acqua utilizzata ma, a parità di questa, in sede di progettazione, l'obiettivo consiste nell'ottenere la massima velocità che, a sua volta, dipende dall'altezza di caduta (dislivello **H**), a cui occorre aggiungere l'altezza (**h**) del livello del bacino a monte della diga.

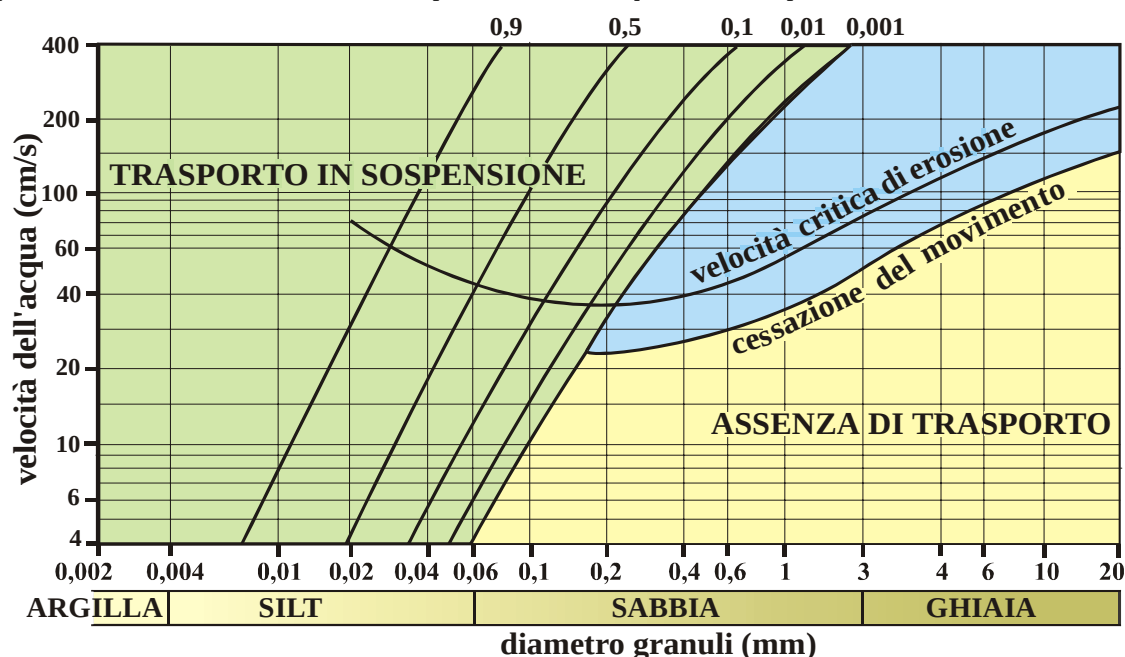


L'acqua, in alto, possiede un'energia potenziale che dipende dal dislivello "**H**" tra la diga e la centrale. Essa entra nella condotta con una velocità iniziale che dipende dalla pressione "**P**" in funzione della profondità "**h**". Quindi scende lungo la condotta perdendo man mano energia potenziale per acquistare velocità. L'obiettivo prioritario è la trasformazione della maggior parte dell'energia potenziale disponibile in energia cinetica. Occorre che il dimensionamento ed il percorso della condotta siano il risultato di un progetto teso a ridurre al minimo le perdite d'energia lungo il tragitto. L'ingegnere studia, per esempio, la forma, la sezione, il materiale,... della condotta che, fatto essenziale, deve presentare una parete interna liscia, in modo da ridurre al minimo le perdite per attrito. Si può affermare che la condotta è un "tubo" che serve per il *"trasporto dell'acqua verso valle capace di convertire quasi tutta l'energia potenziale della stessa in energia cinetica"*. Il comportamento dell'acqua nel "tubo" è coerente con il principio fondamentale della conservazione dell'energia.

Qualunque sistema di trasporto dell'acqua per gravità è una via attraverso la quale l'energia potenziale è convertita in energia cinetica. Anche il fiume, analogamente al tubo, è un sistema di trasporto dell'acqua verso valle; quindi anche per esso dovrebbe valere il principio sopra esposto. Tuttavia sappiamo bene che, scendendo lungo un torrente a partire dalle sorgenti, accade proprio il contrario; infatti le acque sono più veloci a monte e più lente a valle. Che cosa differenzia il fiume rispetto ad un qualunque tubo (per esempio la condotta prima descritta)?

Se la condotta è un sistema concepito con il principale scopo di non perdere energia durante la discesa dell'acqua, il fiume si comporta in modo opposto; esso è un formidabile dissipatore di energia. Il tubo sfrutta al massimo le virtù della geometria e la regolarità della superficie bagnata; il fiume invece rappresenta l'emblema del "caos". Proprio tale "caos" è la ragione primaria della ricca diversificazione di microambienti capaci di garantire quella ricchezza biologica alla base dei processi dell'autodepurazione, così importanti per il mantenimento degli equilibri ambientali.

Fig. 10 - Relazione tra velocità dell'acqua e granulometria del materiale detritico alluvionale. La curva della **velocità critica di erosione** indica la velocità minima necessaria affinché inizi il prelievo dal fondo di materiale inizialmente fermo. La movimentazione dei materiali è più facile con granulometrie intorno a 0,2 mm rispetto a granuli più piccoli; questi ultimi si comportano come se fossero fra loro legati da maggior coesione. Una volta che il materiale è in movimento, è sufficiente una velocità dell'acqua inferiore affinché avvenga la **cessazione del movimento**. I valori sulla parte superiore del diagramma si riferiscono alle curve della *concentrazione relativa del trasporto solido* che è il rapporto tra la torbidità a metà altezza tra superficie e fondo e quella in corrispondenza del fondo.



Classificazione delle categorie granulometriche in funzione delle dimensioni dei grani.

classificazione dei grani	dimensioni dei grani (mm)	
ghiaia con massi	> 256	
ghiaia con ciottoli grossolani	64 ÷ 256	
ghiaia con ciottoli medi	4 ÷ 64	
ghiaia con ciottoli piccoli o con grani	2 ÷ 4	
sabbia molto grossolana	1 ÷ 2	
sabbia grossolana	0,5 ÷ 1	1/2 ÷ 1/1
sabbia media	0,25 ÷ 0,5	1/4 ÷ 1/2
sabbia fine	0,125 ÷ 0,25	1/8 ÷ 1/4
sabbia molto fine	0,0625 ÷ 0,125	1/16 ÷ 1/8
silt grossolano	0,0312 ÷ 0,0625	1/32 ÷ 1/16
silt medio	0,0156 ÷ 0,0312	1/64 ÷ 1/32
silt fine	0,0078 ÷ 0,0156	1/128 ÷ 1/64
silt molto fine	0,0039 ÷ 0,0078	1/256 ÷ 1/128
argilla	< 0,0078	

Riassumendo, un fiume può essere paragonato al condotto, che ha origine alle sorgenti in montagna e che ha termine alla sua foce in pianura. L'acqua percorre, a tutti gli effetti, un condotto che, diversamente da quello alimentato dalla diga, non è chiuso ed inoltre non viene alimentato dalla pressione di un bacino. Quindi una prima differenza sta nel fatto che l'energia cinetica dell'acqua, che si dovrebbe accumulare man mano che il fiume procede a valle, dipende unicamente dal lavoro svolto dalla gravità, essendo la pressione nulla. Ma la principale differenza sta nelle elevate perdite di energia. Infatti mentre nel caso della condotta si cerca, in tutti i modi, di garantire un moto dell'acqua in condizioni più vicine possibile a quelle ideali, nel caso di un fiume le perdite di energia sono molto elevate. L'acqua, procedendo verso valle, scarica gran parte dell'energia cinetica esercitando soprattutto una grande quantità di *lavoro di erosione*, cioè quello necessario per mettere in movimento materiali detritici di varia natura (grani di argilla, sabbia, ghiaia e, in occasione delle piene, anche massi di grandi dimensioni) e per mantenerli in movimento, strappando così altri materiali dall'alveo e dalle sponde (**fig. 10**). Erodendo ed allagando il fiume disperde quasi interamente l'energia ottenuta dal lavoro esercitato dalla gravità; di conseguenza la velocità dell'acqua, procedendo verso valle non aumenta, oltre certi valori limite.

Dalla montagna alla pianura la velocità della corrente, non diminuisce per la minore pendenza, ma per le perdite di energia dovute alla notevole irregolarità dei profili longitudinale e trasversale dell'alveo, alla sua scabrezza (resistenza per attrito al moto dell'acqua offerto dai fondali e dalle sponde) e all'andamento sinuoso del suo percorso, fatto questo che si ripercuote anche sulla natura dei fondali (**tab. 3**).

Tab. 3 - Correlazione tra velocità di corrente dell'acqua e natura granulometrica dei relativi alvei. Da monte a valle la velocità dell'acqua diminuisce a causa della perdita di energia determinata dall'irregolarità e dalla scabrezza dell'alveo fluviale

definizione di velocità	velocità (cm/s)	natura dei fondali
molto rapida	oltre 100	roccia e massi
rapida	81 ÷ 100	ciottoli grandi
abbastanza rapida	56 ÷ 80	ciottoli
moderata	31 ÷ 55	ghiaia
abbastanza lenta	21 ÷ 30	sabbia
lenta	11 ÷ 20	sabbia fine
molto lenta	0 ÷ 10	fango



Fig. 11 - Per proteggere le case, le sponde sono state "sistemate" con pareti lisce, per diminuire la loro capacità di opporsi, per attrito, al flusso dell'acqua. Ma la corrente, durante le piene, diventa più veloce e più pericolosa, verso valle, per l'incremento della energia erosiva.

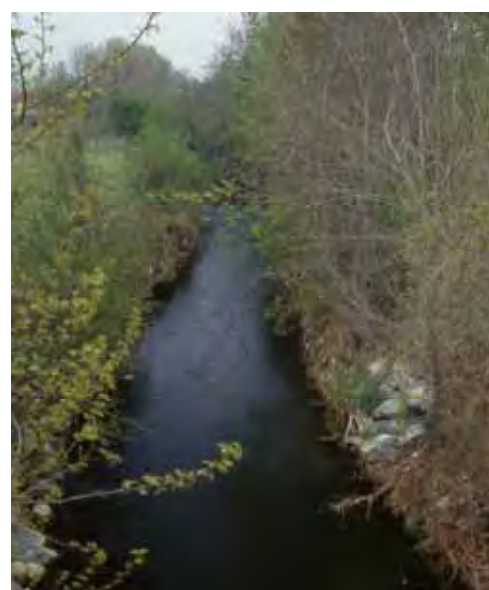


Fig. 12 - A sinistra un corso d'acqua ricco e diversificato. A destra lo stesso dopo una sistemazione idraulica. Un ecosistema fluviale è stato trasformato in un canale privo di vita ed idrogeologicamente più pericoloso: aumenta la velocità di corrente dell'acqua di piena (ed anche la sua energia erosiva), meno ostacolata nel suo fluire verso valle.



Gli interventi di sistemazione idraulica comportano la rettificazione dei loro corsi (eliminazione delle curve), la protezione delle sponde (primate, massicciate, gabbionate, muri,... per evitare l'erosione), la costruzione di argini (per diminuire il rischio di allagamenti), la rimozione di ostacoli (massi, alberi,

detriti,...), la regolarizzazione del profilo trasversale (rendendola trapezoidale). Ciò significa trasformare i corsi d'acqua in canali di aspetto regolare, privandoli di quelle caratteristiche che li distinguono dalla condotta ideale (**figg. 11 e 12**). Tali interventi riducono i fattori che comportano perdite di energia; enfatizzando il concetto, il risultato è la trasformazione dei fiumi in condotte, nelle quali la velocità dell'acqua tende ad aumentare verso il basso, accumulando energia che, infine, prima o poi si scarica con effetti disastrosi verso valle.

Spesso si sente parlare della necessità di coordinare gli interventi di sistemazione idraulica sulla base di una pianificazione sull'intera asta fluviale; è una considerazione condivisibile, ma occorre fare molta attenzione in quanto:

La pianificazione degli interventi di sistemazione idraulica su un'intera asta fluviale non deve essere il risultato dello studio sulla selezione dei tratti sui quali si ritengono necessari gli interventi ma, al contrario, occorre individuare quelli lungo i quali non è necessario intervenire e/o si ritiene utile procedere per restituire naturalità al fiume.

Maggiore è la lunghezza complessiva dell'asta fluviale in condizioni naturali, migliore risulta la dissipazione dell'energia delle acque di piena e più efficaci risultano le opere di difesa in quei tratti limitati lungo i quali si trovano strutture e insediamenti di carattere strategico e non ricollocabili e/o caratterizzati da elevato rischio per la sicurezza delle persone.

Tale procedura è coerente con le necessità di mantenere efficaci i processi biologici dell'autodepurazione rendendo così possibile la sintonia tra le due urgenze primarie della **difesa e della **tutela**.**

Gli obiettivi relativi alla **difesa dal rischio idrogeologico ed alla **tutela** del fiume sono maggiormente garantiti dal rispetto, ove possibile, della “**FASCIA DI PERTINENZA FLUVIALE**”.**

3 - LA FASCIA DI PERTINENZA FLUVIALE

In premessa abbiamo sottolineato il ruolo strategico degli ecosistemi fluviali per il mantenimento degli equilibri ambientali. Essi pertanto devono essere sottoposti a scrupolosa tutela. Le principali cause di alterazione della qualità idrobiologica globale (salvo situazioni particolari dovuti ad elevati carichi antropici), sono essenzialmente di natura fisica, tra le quali la notevole riduzione delle portate naturali determinate da prelievi idrici per fini diversi (idroelettrici, irrigui, industriali, potabili,...).

Risulta quindi evidente che anche le trasformazioni morfologiche degli alvei, dovute alle opere di sistemazione e di regimazione idraulica, in presenza di portate ridotte, contribuiscono sensibilmente alla riduzione della naturalità dei corsi d'acqua, impoverendoli dal punto di vista biologico e riducendone le capacità autodepurative.

È inutile una gestione delle risorse idriche che tenga in dovuto conto i cosiddetti “deflussi minimi vitali” (DMV), ma che non consideri che le portate residue sono comunque molto inferiori a quelle naturali (in condizioni vicine ai livelli critici per la conservazione delle cenosi acquatiche).

Infatti occorre che i deflussi minimi vitali possano scorrere in alvei che presentino morfologie che non siano eccessivamente alterate rispetto a quanto “costruito” naturalmente dai corsi d'acqua. In altri termini il mantenimento di portate minime residue è solo un aspetto della conservazione dell'ambiente fisico; fondamentale è anche il ripristino della morfologia fluviale naturale e della continuità longitudinale altrimenti, nonostante le garanzie del DMV, i processi di autodepurazione non sarebbero comunque preservati.

Circa le presupposte necessità di interventi di sistemazione idraulica, si ritiene opportuno citare un passo significativo della bozza di “Piano D'Area” del Sistema Regionale delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po: si ritiene indispensabile una nuova filosofia di azione che implichi “....il riconoscimento tangibile e visibile che vi è una fascia del territorio che appartiene al fiume, nella quale ogni interferenza antropica, anche nelle forme degli usi agricoli e di quelli sociali e ricreativi, deve essere ridotta al minimo. In altri termini, sembra imporsi una ricomposizione del paesaggio fluviale che renda leggibile e significativa l'autonomia del teatro nel quale il fiume deve restare o tornare il protagonista”. In termini più generali ciò significa puntare al seguente obiettivo strategico:

restituire al fiume la fascia fluviale, salvaguardandone al massimo la libertà di divagazione e ridurre al minimo le interferenze nella dinamica evolutiva del corso d'acqua e degli ecosistemi fluviali.

L'idea di garantire la libertà di divagazione del fiume non è una invenzione dei pescatori o degli ambientalisti e non risponde unicamente alla necessità di tutela del fiume in quanto ecosistema, ma costituisce il principio fondamentale che fa riferimento a quanto illustrato nei precedenti capitoli: è indispensabile ricreare, ovunque sia possibile, le condizioni adatte alla maggior dissipazione dell'energia che si scatena in occasione degli eventi di piena più intensi; in tal modo gli interventi di sistemazione idraulica, se limitati alle situazioni caratterizzate dal più elevato rischio idrogeologico (per le persone e per la gravità dei danni), risultano più efficaci e sicuri.

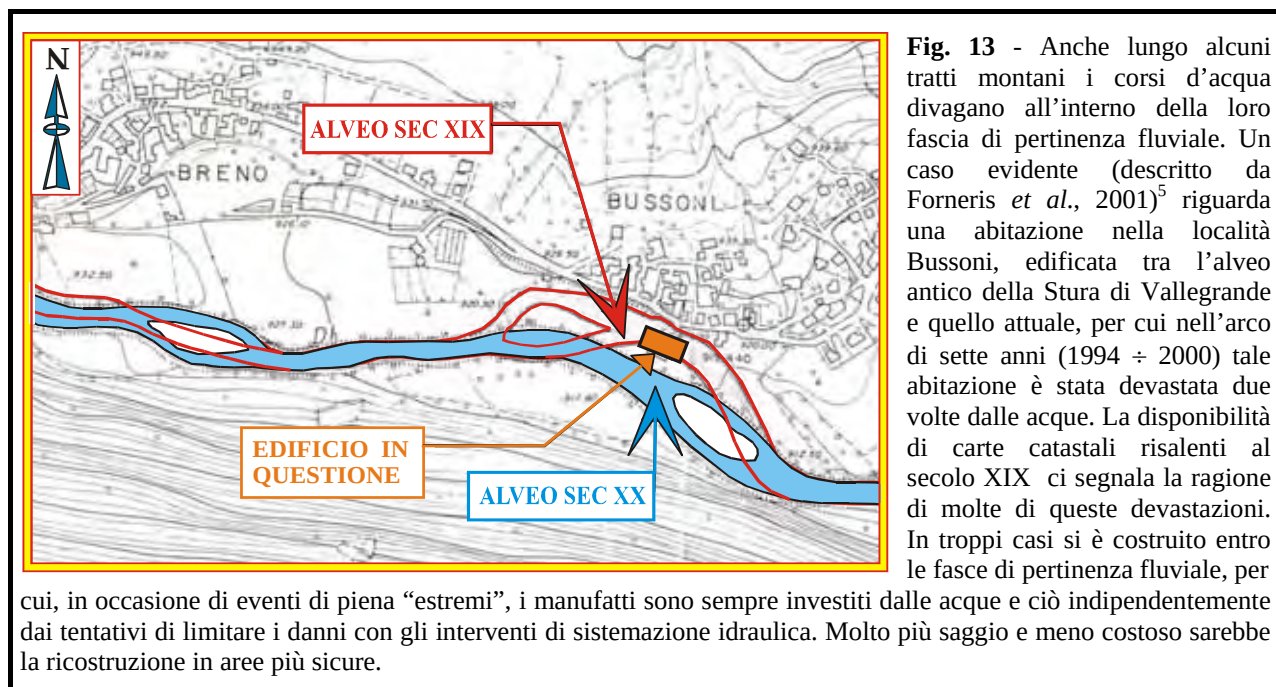
Nonostante gli interventi (briglie, massicciate, primate, traverse, gabbionate, rampe, ecc...), numerosi continuano ad essere i fenomeni di dissesto idrogeologico, in particolare lungo le fasce fluviali. Ogni volta ed in qualunque regione o in una qualunque nazione, emergono vecchie polemiche impostate sulle responsabilità delle precedenti gestioni del territorio.

In realtà si è forse capito che il problema della sicurezza idraulica lungo le sponde dei fiumi non è risolvibile semplicemente con interventi strutturali. Infatti le energie messe in gioco dalla Natura durante le situazioni idrometeorologiche analoghe (ed anche inferiori) a quella del settembre 1993, del novembre 1994 e dell'ottobre 2000 sono tali che le stesse opere di difesa idraulica risultano inutili se non addirittura dannose.

Visto che la tecnologia moderna lo permette, molto meglio (ed economicamente più vantaggioso) risulta, in molti casi, abbandonare le fasce fluviali e lasciare che i corsi d'acqua “facciano il loro mestiere” nel disegnare le forme del territorio, eliminando così il rischio di danni alle infrastrutture e soprattutto pericoli per l'uomo.

Quella appena espressa non è un'affermazione che deriva dalla concezione dei cosiddetti ambientalisti massimalisti, che ritengono che l'uomo, di fronte alle manifestazioni della Natura debba limitarsi unicamente al ruolo di inerme osservatore, come se la Natura stessa fosse caratterizzata da una sorta di intoccabile sacralità. Al contrario, proprio la necessità di conferire agli interventi di sistemazione idraulica la massima efficacia ed in coerenza con le enormi possibilità tecnologiche dell'uomo moderno, intelligente e pianificatore, occorre avere il coraggio intellettuale di rivedere le modalità di intervento, secondo nuove e più avanzate concezioni, risultato dell'analisi critica del passato. Viceversa l'ostinazione a mantenere manufatti (soprattutto quelli facilmente ricollocabili altrove) presso gli alvei fluviali non solo è pericolosa, ma impone interventi quasi sempre inutili oltre che molto costosi.

La **fig. 13** costituisce un piccolo e concreto esempio, ma significativo rispetto a tante situazioni simili che, nell'insieme, diventano la ragione principale per giustificare progetti di sistemazione idraulica massiva con tutte le possibili conseguenze fin qui trattate.



Gli studi riguardanti i corsi d'acqua di pianura (più intensamente antropizzata e maggiormente interessata dai fenomeni di esondazione) dovrebbero fare riferimento alla determinazione delle **carte delle aree esondabili** e delle **carte delle fasce di pertinenza fluviale**. Le fasce esondabili e quelle di pertinenza fluviali sono spesso confuse e, nel linguaggio comune, sono ormai diventate due espressioni per indicare la stessa cosa. In realtà è utile mantenere la distinzione; in particolare:

⇒ La **carta delle aree esondabili** illustra le zone intorno al corso d'acqua che possono essere allagate durante le manifestazioni di piena caratterizzate da determinati tempi di ritorno. Essa viene realizzata in base alla geometria dell'alveo fluviale, alle caratteristiche morfometriche delle porzioni di area intorno ed a parametri strettamente idrometeorologici. È una carta con valenza di tipo geotecnico, ossia permette scelte di governo del territorio fondate sul confronto fra il valore economico dei manufatti e delle attività antropiche lungo il corso d'acqua da una parte e l'investimento necessario per la realizzazione di opere per ridurre il rischio e/o la perdita economica dovuta all'alluvionamento in funzione del rischio stesso

⁵ FORNERIS G., PEROSINO G.C., TROSSERO M., 2001. *L'imbroglia idrogeologica*. A.T.A. (Associazione Tutela Ambiente). Ciriè (TO).

(valutato quantitativamente) dall'altra. Si tratta delle fasce determinate, per i fiumi principali, dall'Autorità di Bacino; per esse sono previsti dei vincoli in funzione della sicurezza idraulica.

⇒ La **fascia di pertinenza fluviale** è costituita dalle regioni fluviali determinate dai fenomeni morfologici, idrodinamici e naturalistici connessi al regime idrologico. Possono concorrere alla definizione della fascia: le divagazioni dell'alveo storicamente documentabili, l'estensione dell'alveo di piena (per eventi di media gravosità) e le aree con caratteri naturali connessi all'ambiente fluviale. Al suo interno i progetti di intervento di modificazione del paesaggio e di sfruttamento delle risorse, dovrebbero seguire procedure diverse rispetto alle aree adiacenti. Devono essere chiari i limiti di intervento, da subordinare alle necessità sia di difesa dai gravi rischi idraulici (che ancora permangono a carico soprattutto di centri urbani e di altre strutture non ricollocabili in aree di sicurezza), sia soprattutto di rinaturalizzazione dell'alveo e delle fasce riparie. In sintesi, mentre la carta delle aree esondabili è uno strumento di valutazione dei rischi delle piene, la fascia di pertinenza fluviale ha valore prevalentemente naturalistico.

Occorre tenere conto che:

la tutela della natura delle fasce di pertinenza fluviale è strettamente connessa con la tutela della fauna e della flora acquatiche e riparie.

L'individuazione degli interventi dovrebbe tenere conto della necessità di proteggere dal rischio idrogeologico opere, manufatti ed infrastrutture entro le fasce esondabili, ma fuori da quelle di pertinenza fluviale, escludendo interventi di regimazione idraulica capaci (o teoricamente capaci) di impedire la piena libertà di divagazione entro queste ultime. La piena libertà di divagazione entro le fasce di pertinenza fluviale permette di concepire il fiume come una via di trasporto dell'acqua verso valle molto diversa da quella del "tubo" (capitolo 2). Al suo interno diventa prioritario ricostruire le condizioni capaci di favorire la massima dissipazione dell'energia; **quindi la tutela dal fiume diventa anche tutela del fiume.**

La valutazione riguardante gli studi dei bacini montani richiede criteri assai diversi. Intanto occorre precisare che mentre per i fiumi di pianura l'aspetto rilevante è rappresentato dal rischio di esondazione, per le aree di montagna diventano decisamente più importanti le manifestazioni di erosione accelerata, la cui analisi andrebbe estesa a tutto il bacino contribuyente. In altri termini in montagna meno utili risultano gli interventi sui principali corsi d'acqua, mentre sono strategici quelli rivolti all'assetto idrogeologico dei versanti.

In sintesi la difesa dai rischi idrogeologici deve interessare due ambiti differenti: l'ambiente montano e quello di pianura. Per il primo la programmazione degli interventi deve fare riferimento alle porzioni territoriali costituenti i bacini imbriferi e cioè anche allo studio della stabilità dei versanti, in quanto gli interventi in alveo sui corsi d'acqua in montagna, salvo casi eccezionali, risultano insufficienti rispetto all'insieme dei fenomeni di erosione che interessano tutte le superfici dei bacini stessi. Per i corsi d'acqua di pianura risulta invece importante limitare gli interventi alle fasce fluviali, o meglio alle aree geologicamente e naturalisticamente legate all'insieme dei fenomeni idrodinamici.

Tenuto conto della necessaria distinzione, sopra illustrata, per gli ecosistemi acquatici delle principali vallate e di pianura, qualsiasi intervento di sistemazione idrogeologica deve essere tale da permettere la conservazione:

- **della continuità longitudinale dei corsi d'acqua;**
- **della diversificazione dei microambienti;**
- **dei rapporti idrobiologici fra le cenosi acquatiche e quelle riparie;**
- **dei rapporti idrodinamici fra i corsi d'acqua e l'ambiente ripario;**
- **della naturalità della morfologia degli alvei e delle fasce riparie;**
- **della biodiversità delle cenosi acquatiche e di quelle terrestri riparie;**
- **della produttività biologica dei corsi d'acqua;**
- **del valore paesaggistico;**
- **delle possibilità di fruizione.**

4 - ANSE E MEANDRI DEI FIUMI

Le **fig. 6, 7 e 8** illustrano sezioni lungo corsi d'acqua in tratti rettilinei e abbiamo visto che comunque lo scorrere dell'acqua è variamente "ostacolato" sia dalla forma e dalla superficie delle sezioni che, quasi sempre, sono diverse da quelle ideali (massimo raggio idraulico), sia dalla scabrezza, cioè dalle irregolarità della superficie dell'alveo bagnato. Il movimento dell'acqua può inoltre essere "disturbato" dalla sinuosità dello sviluppo longitudinale del fiume, cioè dalla presenza di anse, curve, meandri,... (**fig. 14**) che implicano una ulteriore dissipazione di energia.

La trasformazione di un corso d'acqua in un "tubo" analogo a quello descritto al precedente capitolo, consiste non soltanto nel rendere lisce le superfici dei fondali e delle sponde e nel modellare la forma delle sezioni di deflusso, ma anche nella "**rettificazione**", cioè nel rendere più lineare il percorso dell'acqua, sempre al fine (pericoloso) di aumentarne la velocità.

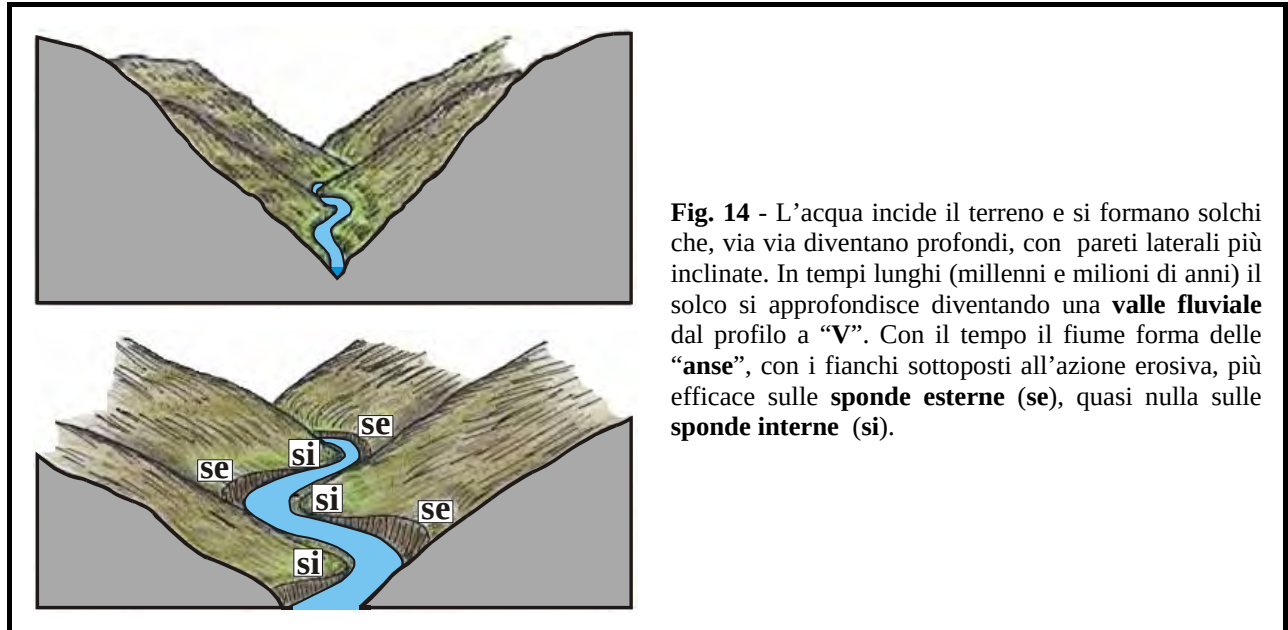


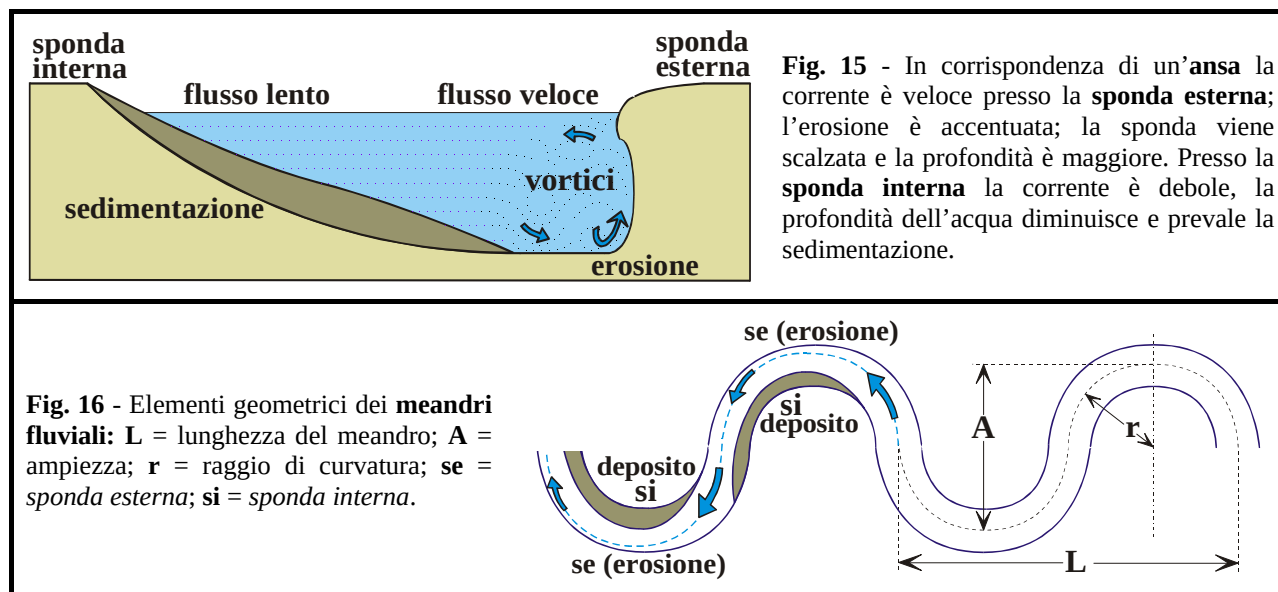
Fig. 14 - L'acqua incide il terreno e si formano solchi che, via via diventano profondi, con pareti laterali più inclinate. In tempi lunghi (millenni e milioni di anni) il solco si approfondisce diventando una **valle fluviale** dal profilo a "V". Con il tempo il fiume forma delle "anse", con i fianchi sottoposti all'azione erosiva, più efficace sulle **sponde esterne (se)**, quasi nulla sulle **sponde interne (si)**.

Abbiamo già osservato che in una sezione qualunque su un tratto di fiume ad andamento rettilineo, la velocità dell'acqua è massima presso la superficie in corrispondenza dell'asse centrale, dove nessun ostacolo rallenta la corrente (**fig. 6b**). Verso il basso la velocità diminuisce, fino a raggiungere un valore minimo per l'attrito con il fondo; negli interstizi fra i ciottoli o fra i grani di sabbia, la corrente può risultare nulla: un microambiente in grado di ospitare microrganismi (batteri e funghi) e macroinvertebrati (larve di Insetti, Molluschi, vermi, Crostacei,...). Si tratta di organismi bentonici, gran parte dei quali si nutre di resti di materiale organico contribuendo al processo di autodepurazione del fiume (**figg. 1 e 2**). Essi devono la loro sopravvivenza in acque correnti a quel sottilissimo strato d'acqua che ricopre il fondo in cui la velocità è praticamente nulla. La velocità dell'acqua diminuisce anche dal centro verso le sponde; diminuisce la profondità e diventa più importante l'effetto dell'attrito con il fondo e contro le sponde; presso queste ultime possono trovarsi ampie fasce di acque poco profonde e stagnanti dove prevale la sedimentazione.

Lo schema sopra presentato è teorico; in realtà le situazioni possono presentarsi più complicate. Per esempio la corrente presso il fondo, in corrispondenza delle rapide, può risultare molto elevata. La velocità dell'acqua potrebbe risultare molto accentuata anche presso le sponde favorendo la formazione di vortici. In altri casi, in seguito a periodi siccitosi, la portata può essere così ridotta che la velocità della corrente può risultare quasi nulla anche al centro presso la superficie. In linea di massima tuttavia rimane valido la condizione generale per cui *la velocità della corrente tende a diminuire dalla superficie e dal centro di un fiume, verso il fondo e verso le sponde*.

Uno dei casi più evidenti di situazione che si discosta dalla quella generale appena descritta, è rappresentato dal tratto di fiume in corrispondenza di una curva (**ansa**). Presso la **sponda esterna** ("se" in **fig. 14**) la corrente è più veloce; si formano vortici e la sponda stessa viene scalzata (**fig. 15**). Presso la **sponda interna** ("si" in **fig. 14**) la corrente è più lenta e avviene la deposizione di materiali detritici. Un corso d'acqua che attraversa una pianura o un'ampia valle, scorrendo su materiali sciolti (spesso gli stessi sedimentati

anticamente dallo stesso fiume) con debole pendenza, presenta frequentemente successioni di anse indicate con il termine **meandri** (fig. 16).



L'evoluzione dei meandri avviene grazie all'erosione laterale sulla sponda esterna (*concava*) di ogni curva. Dopo aver lambito la sponda il flusso di corrente si dirige verso quella opposta (*convessa*) dove si manifestano gli stessi fenomeni di erosione sul lato esterno e di sedimentazione su quello interno. L'elevata erosione sulle sponde concave accentua le curvature ed il restringimento delle anse, tanto che le stesse giungono a toccarsi, determinando il *salto del meandro*. Inoltre l'erosione è più accentuata nei confronti della porzione a valle di ogni ansa; pertanto le curve oltre ad allargarsi tendono a spostarsi verso valle (fig. 17). Molte di esse vengono abbandonate (*meandri morti*) e l'acqua può stagnarvi formando laghi arcuati che lentamente si interrano trasformandosi in stagni (fig. 18), poi in paludi (*lago di meandro*, *mortizza*, *lanca*).

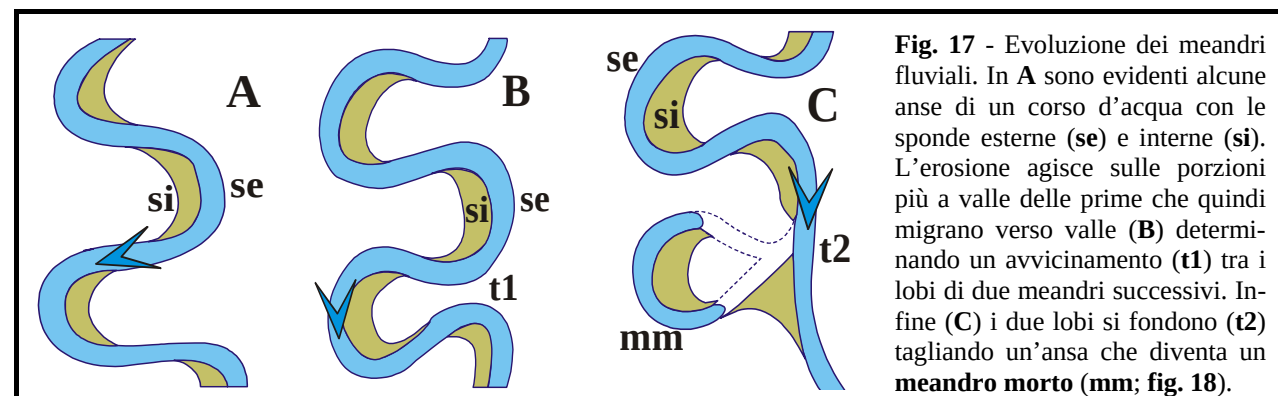


Fig. 18 - Esempio di zona umida (stagno che si evolve prima in ambiente paludoso che successivamente giunge a completo riempimento) derivante dalla presenza di acqua entro un meandro abbandonato (*lanca*). Nell'immagine si osserva un ambiente naturalisticamente molto pregiato nella fascia di pertinenza fluviale del Po a monte di Torino. I meandri morti hanno quindi vita relativamente breve ma, nel tempo, grazie alla divagazione fluviale, se ne formano altri, in un mosaico evolutivo di ambienti molto dinamico.



Il salto di un meandro può aversi anche quando, in occasione di una forte piena, l'acqua supera le sponde (esondazione) e con la sua energia scava un nuovo tratto di alveo di raccordo tra due anse vicine. Esempi di meandri sono ben visibili lungo il corso di pianura del fiume Po (fig. 19).

Gli interventi di sistemazione idraulica, nel passato, remoto e recente, sono stati condotti anche e soprattutto nel tentativo di impedire le divagazioni dei fiumi in pianura. È infatti evidente che l'evoluzione dei meandri sopra descritta impone che una fascia più o meno ampia intorno al fiume sia soggetta a continui mutamenti, senza garanzie per gli usi dei terreni che risultano talora liberi e relativamente lontani dalle acque ma che, in tempi che non è possibile prevedere, possono essere inondati o addirittura sottoposti a nuova erosione.

La tipologia di intervento più utilizzata in questi casi consiste, tradizionalmente, nell'impedire l'erosione delle sponde esterne, al fine di bloccare l'evoluzione della dinamica fluviale, "irrigidendo" il percorso del fiume per bloccarlo in una situazione morfologicamente statica. Vengono così realizzate le **difese spondali**, prevalentemente basate sul "rivestimento" delle rive esterne con materiali tipo massi, prismi di cemento, muraglioni, gabbioni,... (figg. 20 e 21).

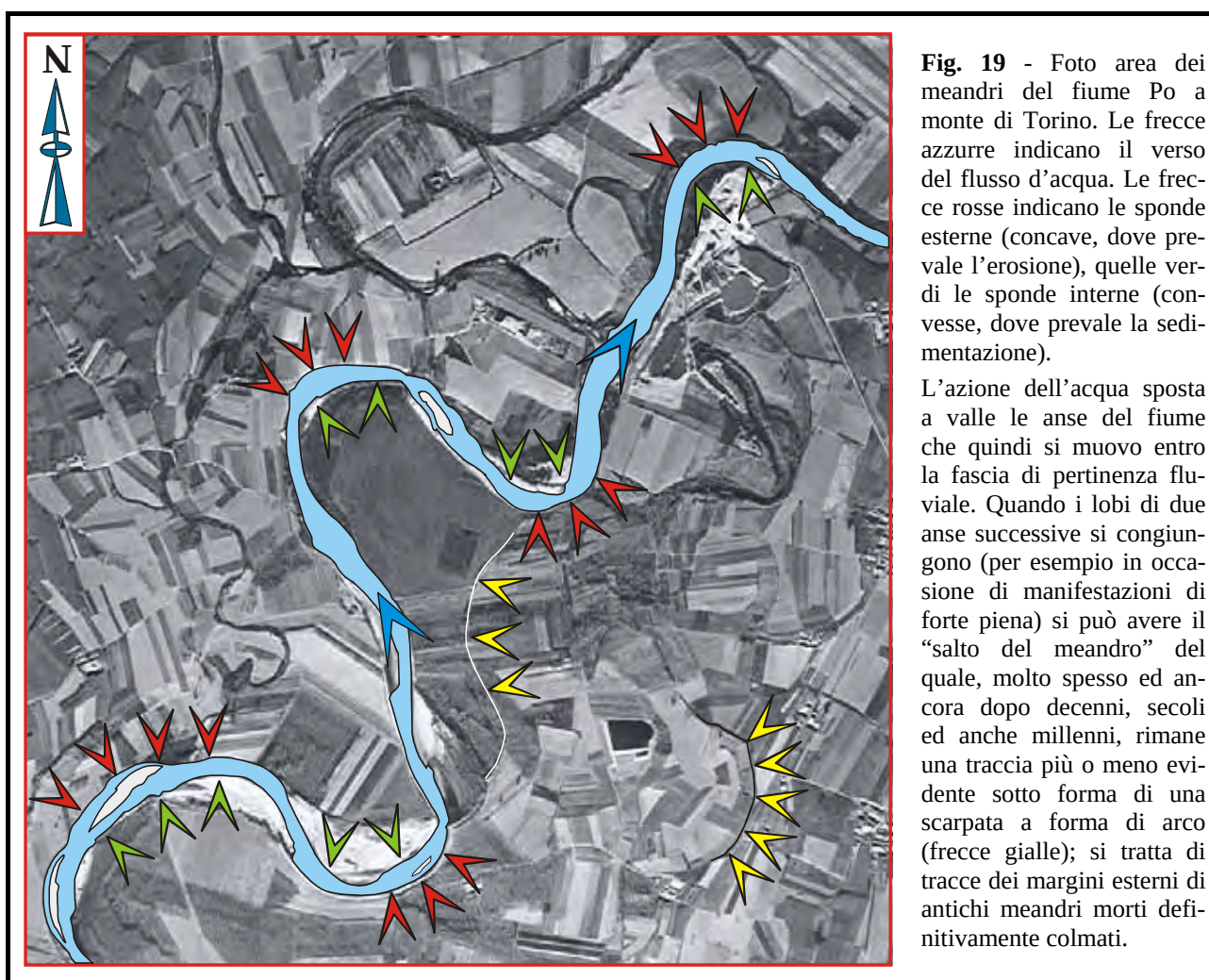


Fig. 19 - Foto area dei meandri del fiume Po a monte di Torino. Le frecce azzurre indicano il verso del flusso d'acqua. Le frecce rosse indicano le sponde esterne (concave, dove prevale l'erosione), quelle verdi le sponde interne (convexe, dove prevale la sedimentazione).

L'azione dell'acqua sposta a valle le anse del fiume che quindi si muovono entro la fascia di pertinenza fluviale. Quando i lobi di due anse successive si congiungono (per esempio in occasione di manifestazioni di forte piena) si può avere il "salto del meandro" del quale, molto spesso ed ancora dopo decenni, secoli ed anche millenni, rimane una traccia più o meno evidente sotto forma di una scarpata a forma di arco (frecce gialle); si tratta di tracce dei margini esterni di antichi meandri morti definitivamente colmati.

Tali interventi, per quanto illustrato nei precedenti capitoli, se interessano lunghi tratti fluviali, comportano una eccessiva "artificializzazione" degli alvei, limitando quindi la dissipazione dell'energia delle acque di piena che invece risulta particolarmente efficace nelle situazioni morfologiche naturali. In sostanza i fiumi vengono trasformati in condotte che trasferiscono a valle una crescente energia, potenzialmente capace di produrre danni via via maggiori.

Ciò non significa che le difese spondali debbano essere sempre e comunque evitate, ma occorre limitare gli interventi allo stretto indispensabile ed esclusivamente nei casi ove sia necessario garantire la difesa di manufatti importanti e strategici per le attività economiche e di aree edificate altrimenti non ricollocabili (fig. 22).



Fig. 20 - A sinistra è raffigurata l'ansa delle "Terre Rosse" sul Ceronda a monte dell'abitato di Venaria Reale, nel parco naturale della Mandria. La denominazione derivava dal tipico colore della ripida scarpata sulla sponda esterna, dove l'erosione ha scoperto la serie sedimentaria delle alluvioni dello Stura di Lanzo, dalla quale si poteva leggere la storia della successione dei periodi glaciali ed interglaciali che hanno caratterizzato il Quaternario. Si trattava di un vero e proprio monumento geomorfologico che, dopo l'alluvione del 4 ÷ 6 novembre 1994, è stato "aggiustato" con un intervento di sistemazione idraulica (a destra). La difesa spondale (massicciata) ha alterato in modo evidente la fisionomia paesaggistica del sito, ma senza vantaggi per l'assetto idraulico



dimentaria delle alluvioni dello Stura di Lanzo, dalla quale si poteva leggere la storia della successione dei periodi glaciali ed interglaciali che hanno caratterizzato il Quaternario. Si trattava di un vero e proprio monumento geomorfologico che, dopo l'alluvione del 4 ÷ 6 novembre 1994, è stato "aggiustato" con un intervento di sistemazione idraulica (a destra). La difesa spondale (massicciata) ha alterato in modo evidente la fisionomia paesaggistica del sito, ma senza vantaggi per l'assetto idraulico

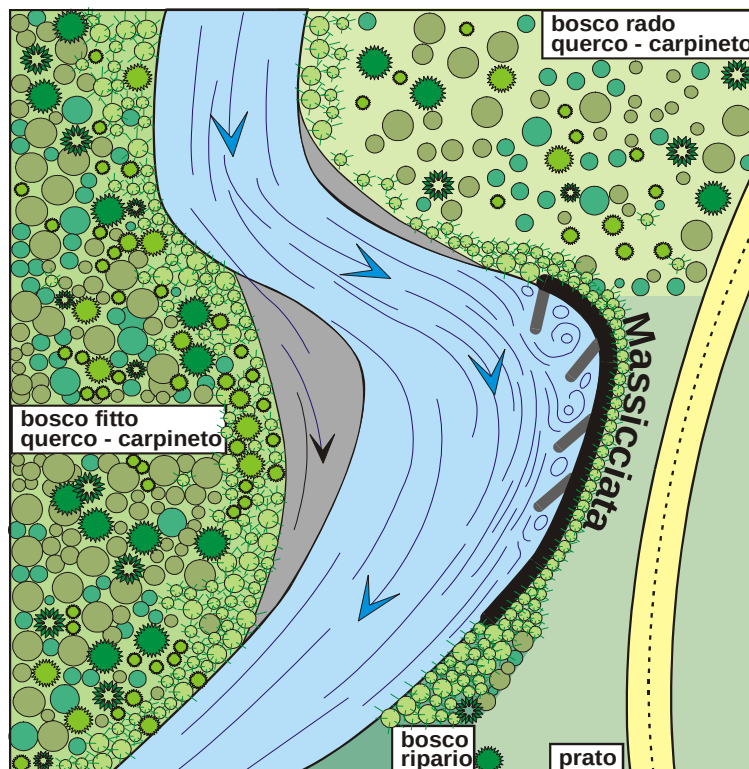


Fig. 21 - Esempi di difese spondali. A sinistra la sponda è stata "sistemata" mediante la realizzazione di una massicciata, su un tratto del fiume ad andamento quasi rettilineo e quindi in assenza di evidenti fenomeni erosivi; a ciò si aggiun-



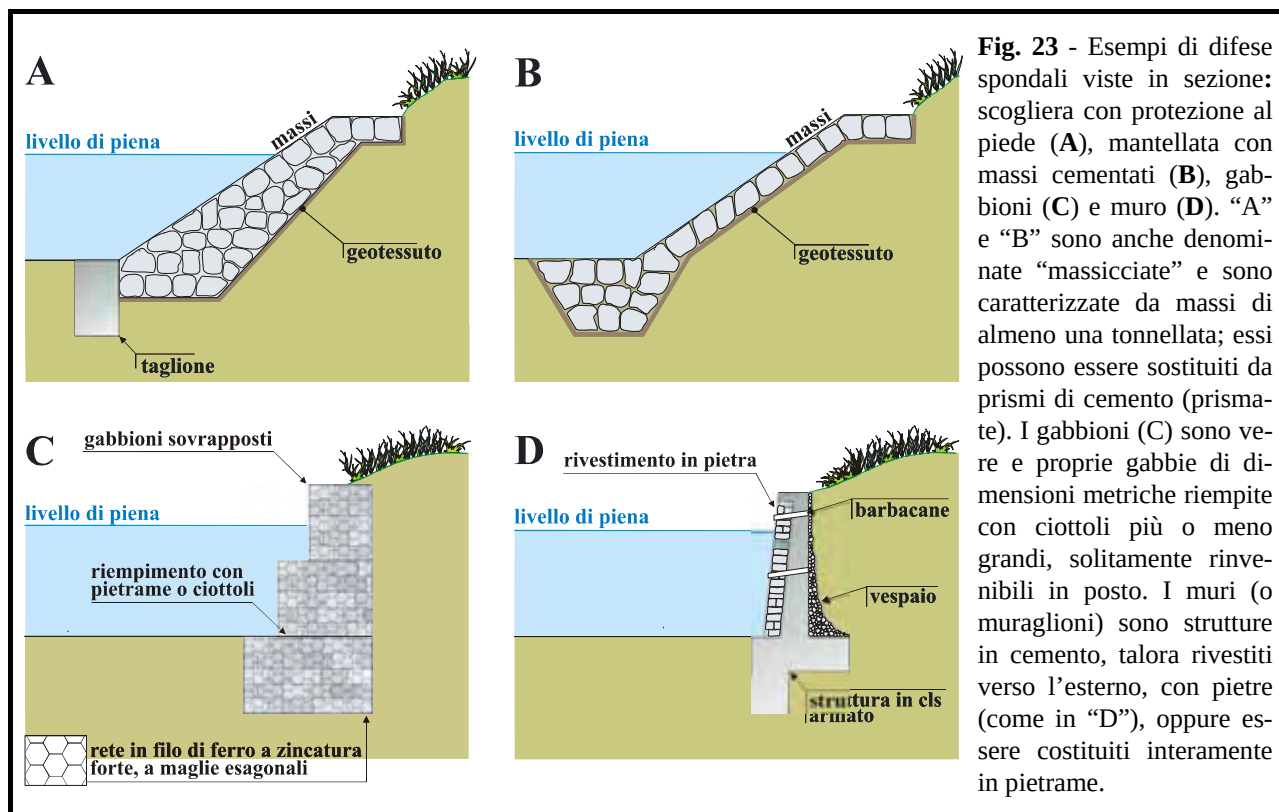
ga che la fascia fluviale retrostante è caratterizzata dalla presenza di un bosco; non sono presenti manufatti da proteggere. A destra la sponda sinistra è "protetta" da una prismata; in questo caso è stato fatto ampio uso del cemento.

Fig. 22 - La sponda esterna di un'ansa fluviale (sottoposta ad erosione) lambisce una strada. In tale situazione diventa indispensabile la realizzazione di una massicciata (linea spessa nera). L'impatto è minore con l'uso di grandi massi, ben collocati ed ancorati, con ampi interstizi nei quali trovano rifugio i pesci. In corrispondenza dei tratti a monte e mediano della massicciata sono collocati pennelli (deflettori con massi), poco sviluppati in altezza (sommersi, o quasi, durante la magra); essi attenuano l'energia dell'acqua sulla massicciata, creano zone di vortici e di calma adatte all'idrofauna e consentono la diversificazione dei microambienti a ridosso della parte sommersa dell'opera. È favorita la rapida colonizzazione di piante nella parte emersa della scogliera. L'intervento è limitato al tratto di sponda vicino alla strada. Al fiume è lasciata una certa libertà di divagazione potendo allagare, durante le piene più intense la fascia sinistra, ove è presente un'area di sedimentazione e, più esternamente, un fitto bosco.



Le **massicciate** e le **primate** sono opere di difesa spondale, (*scogliere*), realizzate con massi e/o con prismi di diverse dimensioni (**fig. 23A-B**); gli interstizi tra essi possono essere liberi o occlusi con cementi di varia natura. **Sono preferibili le scogliere a secco**, senza materiale cementante. Gli interstizi permettono una

migliore continuità tra il fiume e le falde superficiali; l'eventuale interposizione di geotessuti tra la scogliera ed il terreno retrostante consente il passaggio dell'acqua, limita il trasporto di materiali solidi, ma limita anche lo sviluppo delle radici delle piante colonizzatrici. Gli interstizi (colmati con terriccio nelle parti emerse) consentono la colonizzazione da parte delle piante; ciò limita l'impatto sull'ecosistema e sulla qualità del paesaggio. I vegetali che crescono tra i massi ed i prismi contribuiscono, con le radici, a rendere più stabile le opere e, con le parti aeree, ad assorbire in parte l'energia delle acque di piena. Per accelerare la colonizzazione vegetale, è possibile procedere con impianti artificiali mediante talee o sistemi diversi.



Questi interventi coinvolgono fasce più o meno larghe di terreno retrostanti tali opere di difesa; gli interventi di naturalizzazione (messa a dimora di piante tipiche delle fasce riparie) devono riguardare anche tali fasce. Le porzioni sommerse, alla base delle scogliere, se realizzate con interstizi, costituiscono zone di rifugio per l'idrofauna, tanto più efficaci quanto più numerosi ed ampi sono gli interstizi stessi. Ciò vale soprattutto nelle situazioni di piena. È fondamentale la collocazione di massi di dimensioni molto variabili ai piedi delle porzioni sommerse delle scogliere, in modo che i fondali non presentino una tipologia “piatta” ed uniforme in prossimità delle stesse.

È importante conferire ai profili longitudinali delle scogliere un andamento caratterizzato dalla più elevata scabrosità, anche mediante la costruzione di “pennelli” di dimensioni adeguate (**fig. 22**); in tal modo si garantisce una più facile colonizzazione della vegetazione ed una maggiore diversificazione di microhabitat nell'ambiente sommerso; si ottiene un maggior attrito ed una conseguente diminuzione della velocità della corrente. La cementificazione degli interstizi annulla le possibilità di colonizzazione vegetale ed animale e limita la possibilità di scambio tra le falde superficiali ed il corso d'acqua, aumentando il rischio di ristagni ed affioramenti nei periodi di pioggia. L'estrema regolarità delle superfici e la mancanza di vegetazione contribuiscono ad aumentare la velocità della corrente, specialmente nei momenti di piena, convogliando i flussi verso i manufatti a valle.

La scogliera è un'opera che, in qualche caso, costituisce una reale difesa puntiforme, ma che trasferisce a valle l'energia di erosione del corso d'acqua in modo tanto più efficace quanto più regolare è la geometria della scogliera stessa, soprattutto quando realizzata con massi e/o prismi cementati. La messa in opera di tali strutture è motivata dalla difesa di zone abitate o di manufatti di particolare importanza (**fig. 22**), quali strade di rilievo strategico, ponti, sifoni,... Come già sottolineato, la mancanza di una seria programmazione degli interventi in alveo ha comportato il proliferare di scogliere anche in zone in cui le possibili esondazioni produrrebbero danni limitati. Nella progettazione di opere di questo tipo occorre valutare il fenomeno

dell'*autorigenerazione*: la prismata trasferisce sulla sponda opposta immediatamente a valle, l'effetto erosivo, rendendo così necessaria la costruzione di un'ulteriore opera di difesa; seguendo questi criteri si arriverebbe alla totale canalizzazione del corso d'acqua, come già avvenuto in numerosi casi.

I **gabbioni** (figg. 23C e 24) sono opere di difesa spondale costituite dalla giustapposizione di gabbie di rete metallica colmate con ghiaia a granulometria grossolana assai variabile. Talvolta i gabbioni sono associati a massi e/o a prismi di cemento. Le gabbionate sono da preferirsi alle scogliere cementate ed ai muri e sono paragonabili alle scogliere a secco. Presentano interstizi più numerosi, ma più piccoli. Sono facilmente colonizzabili dalla vegetazione nelle porzioni emerse, ma presentano limitazioni alla colonizzazione dei pesci di taglia maggiore; a tal proposito si suggerisce l'utilizzo di materiali a granulometria più grande possibile ed una collocazione non eccessivamente regolare dei gabbioni (fig. 25), in modo che tra di essi vi siano interstizi di maggiori dimensioni di quelli tra i clasti della ghiaia. In generale valgono le stesse indicazioni riportate a proposito delle prismate.

Fig. 24 - La sponda esterna di questo torrente è soggetta ad erosione che può compromettere la stabilità del versante sinistro. Si è reso quindi necessaria la realizzazione di una lunga "gabbionata". Come si può osservare l'impatto paesaggistico è relativamente contenuto, grazie all'utilizzo dei ciottoli in posto per riempire le gabbie. I gabbioni, un tempo maggiormente utilizzati, costituiscono una tipologia di difesa spondale più elastica, generalmente più duratura e più facilmente colonizzabile dalla vegetazione spontanea.

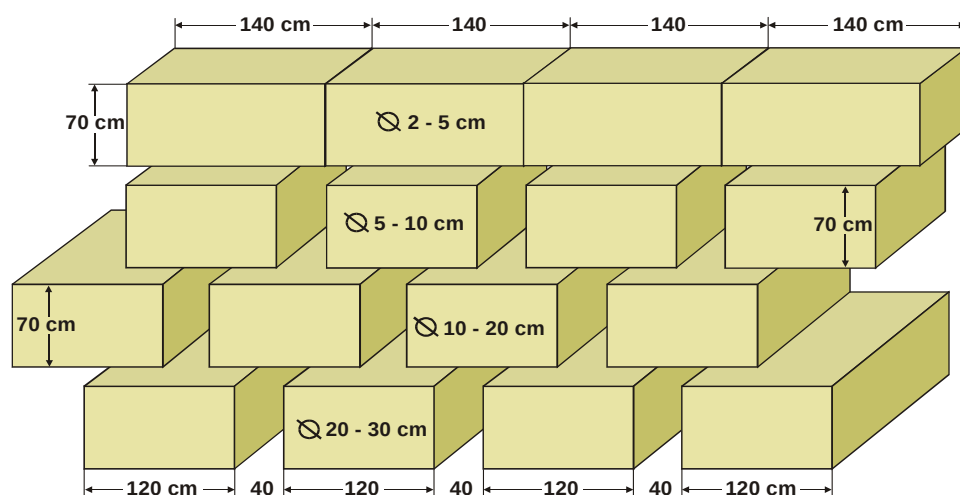


Fig. 25 - Esempio di disposizione di gabbioni per la realizzazione di una difesa spondale. Le gabbie non sono giustapposte, in modo da concedere spazi/ri-fugio più ampi per l'idrofauna, mentre la granulometria della ghiaia è crescente verso la base della struttura.

I **muri** (fig. 23D) sono opere di difesa spondale o a protezione di manufatti, oppure costituiscono le sponde artificiali di canali. Essi sono realizzati con diversi materiali: prevalentemente sassi, mattoni e cemento. In taluni casi sono veri propri muri di cemento armato; talora presentano la caratteristica tipologia di muri a secco ed in altri casi si presentano come superfici con clasti cementati. In generale, nei corsi d'acqua naturali, i muri, dal punto di vista biologico, sono assimilabili alle scogliere cementate. Pertanto la realizzazione di muri è sconsigliabile. Una eccezione può valere per i canali artificiali, per i quali è importante evitare perdite d'acqua; queste infatti costituiscono un serio problema nell'ambito della gestione delle risorse idriche. In altri termini, diversamente dai corsi d'acqua naturali, ove è importante il collegamento tra acque superficiali e falda, lungo i canali è doveroso ridurre al massimo le cosiddette "perdite per adduzione", al fine di ridurre i fabbisogni irrigui lordi e quindi le portate derivate dai fiumi.

Le **sponde in terra** sono interventi in alveo con i quali si realizzano nuovi profili trasversali caratterizzati da una maggiore regolarità, con rive con scarsa acclività e senza la realizzazione di manufatti (vedere **fig. 7** a destra). Con tali interventi si tenta di mantenere le portate di piena entro l'alveo di regime "normale". Tali opere risultano efficaci soltanto nei casi in cui avviene una rapida colonizzazione vegetale con un conseguente consolidamento, tramite gli apparati radicali, delle rive.

Le sponde in terra permettono l'insediamento più facile anche delle piante arboree di maggiori dimensioni, con indubbi vantaggi sia per gli aspetti naturalistici, sia per quelli paesaggistici. Nei casi in cui si voglia accelerare il processo di colonizzazione vegetale con interventi mirati, è indispensabile l'utilizzo di specie autoctone e tipiche degli ambienti ripariali, nel rispetto delle fasce vegetazionali.

Conviene subordinare l'esecuzione di tali interventi alla predisposizione, già in fase progettuale, di specifici progetti di rinaturalizzazione vegetativa delle sponde. Come tutti gli interventi di sistemazione idraulica sarebbero da evitare per garantire la libertà di divagazione del fiume e la banalizzazione degli ambienti acquatici. Come già illustrato, se è vero che essi consentono una maggiore velocità dell'acqua (quindi una maggior capacità di sostenere elevate portate), è altrettanto vero che limitano la dissipazione di energia.

Tuttavia, soprattutto nelle aree fortemente urbanizzate (**fig. 26**), la risagomatura dell'alveo, può costituire l'unica possibilità per limitare i gravi danni per esondazione. In tali casi è importante prevedere interventi collaterali, al fine di evitare che il fondale acquisisca una morfologia uniforme e monotona e con deflussi di magra distribuiti su ampie superfici con insufficienti battenti idrici. Occorre creare le condizioni adatte per un buon sviluppo della vegetazione (essenzialmente *Salix*, *Alnus*,...) che, oltre a consolidare le rive debolmente acclive, potrebbe costituire un contributo importante al potenziamento del verde urbano quando il fiume attraversa un centro abitato. Soprattutto è necessario ancorare sul fondale massi di grandi o discrete dimensioni e soprattutto una serie di deflettori (anch'essi con massi) in modo da concentrare il flusso dell'acqua, diversificare i microambienti e dissipare un poco l'energia.

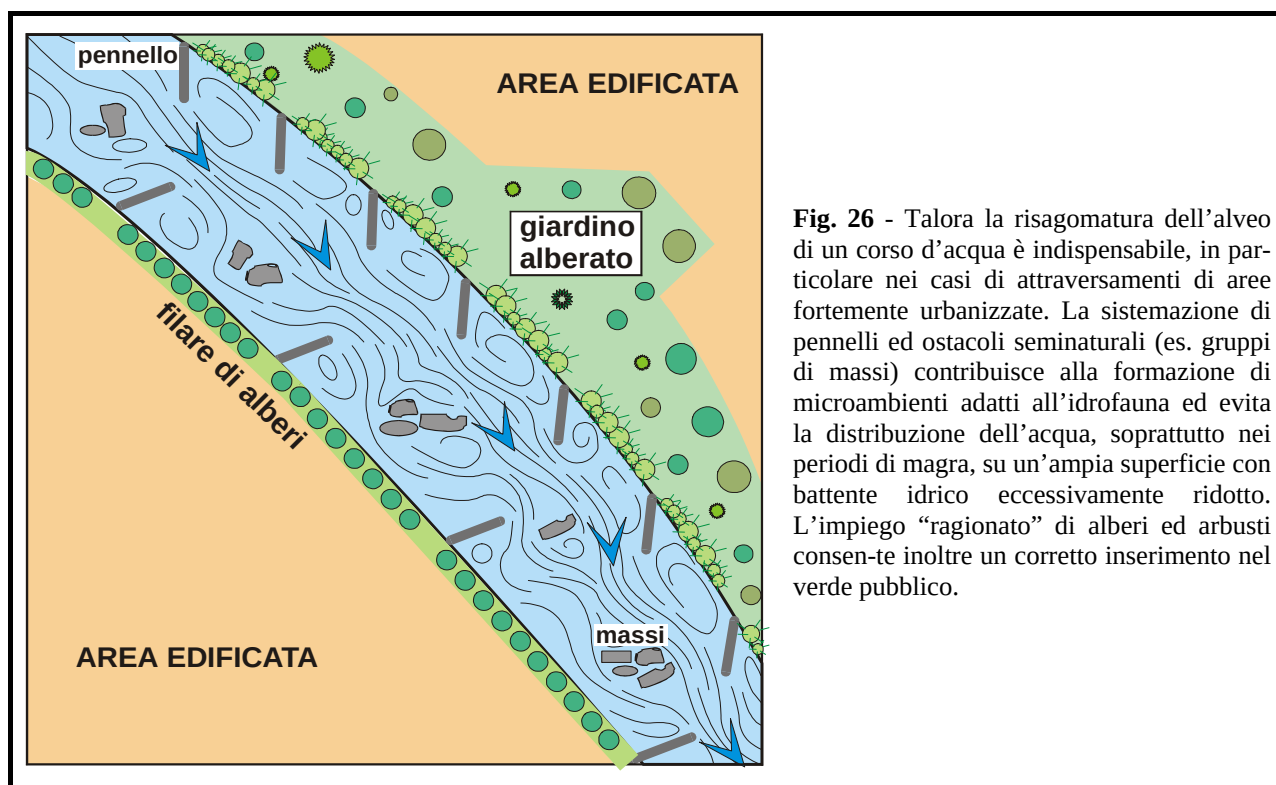
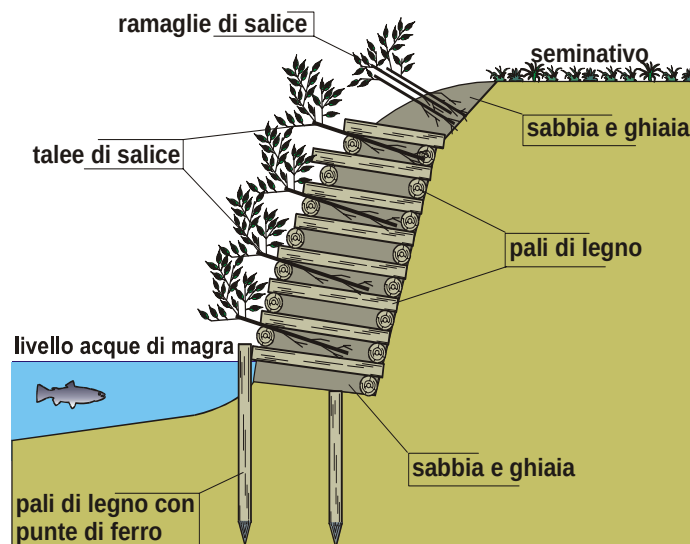


Fig. 26 - Talora la risagomatura dell'alveo di un corso d'acqua è indispensabile, in particolare nei casi di attraversamenti di aree fortemente urbanizzate. La sistemazione di pennelli ed ostacoli seminaturali (es. gruppi di massi) contribuisce alla formazione di microambienti adatti all'idrofauna ed evita la distribuzione dell'acqua, soprattutto nei periodi di magra, su un'ampia superficie con battente idrico eccessivamente ridotto. L'impiego "ragionato" di alberi ed arbusti consente inoltre un corretto inserimento nel verde pubblico.

In sintesi la realizzazione delle opere di contenimento dei fenomeni di piena e di controllo dell'erosione deve essere effettuata con una attenzione particolare, al fine di mitigare gli effetti sugli ecosistemi fluviali. Con sopra espresso non si è preteso di fornire precise indicazioni e neppure proporre una sintesi di manuale di ingegneria naturalistica (**fig. 27**), ma di presentare una serie di indicazioni che, seppure ancora fondate in buona parte su metodologie tradizionali, costituiscono utili riferimenti al fine di mitigare gli effetti negativi sui processi biologici tipici dei corsi d'acqua.

Fig. 27 - Difesa spondale con le tecniche dell'ingegneria naturalistica. Si usano materiali naturali, in parte vivi (es. ontani e salici) che, con le radici, consolidano l'opera. Tali tecniche aumentano la sicurezza idraulica rispetto alle opere in cemento, in quanto favoriscono il drenaggio, aumentano l'elasticità della sezione, rallentano la corrente e favoriscono i processi dell'autodepurazione dei fiumi rispettandone la naturalità, offrendo cibo e riparo per gli animali. Le tecniche dell'ingegneria naturalistica non sono ancora sufficientemente diffuse; spesso si spacciano per tali interventi opere che nulla hanno a che spartire con la filosofia dell'ingegneria naturalistica (che costringe i progettisti ad un notevole sforzo progettuale per sceglierle e dimensionarle oculatamente). Tali tecniche si possono impiegare anche per tratti fluviali entro centri abitati in quanto più adatte per i raccordi con le aree verdi pubbliche.



In ogni caso sarebbe sbagliato prevedere sempre e comunque le tecniche di ingegneria naturalistica rifiutando, a priori, quelle tradizionali. È importante, a seconda dei casi, effettuare le scelte più opportune, in funzione delle diverse situazioni, anche ricorrendo a tecniche miste o a quelle più tradizionali ma che, come suggerisce l'esperienza, hanno dimostrato di essere efficaci e di impatto limitato; a questo proposito l'utilizzo dei gabbioni è esemplare (es. in **fig. 28**).

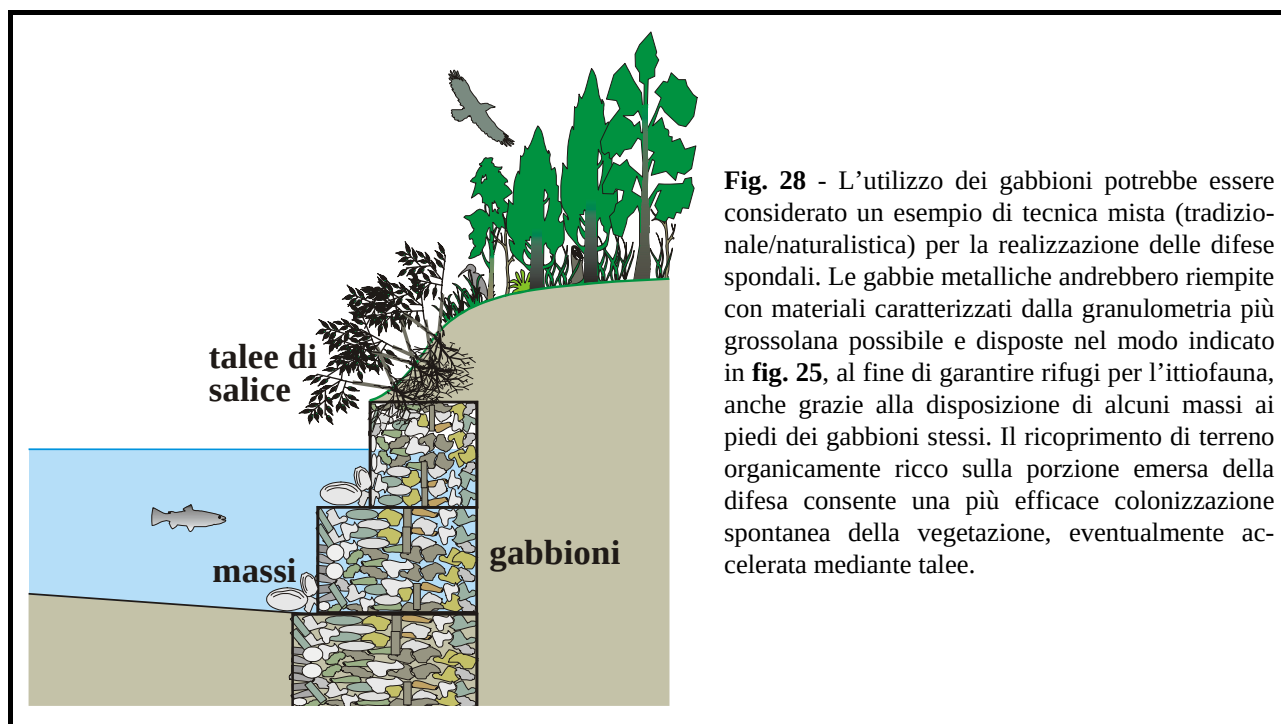
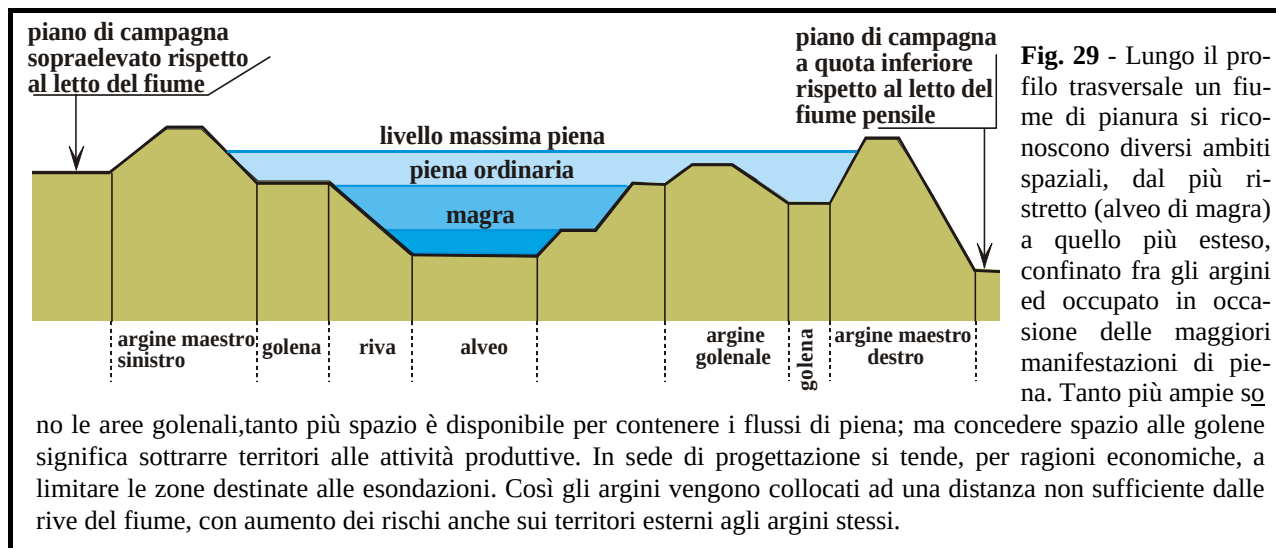


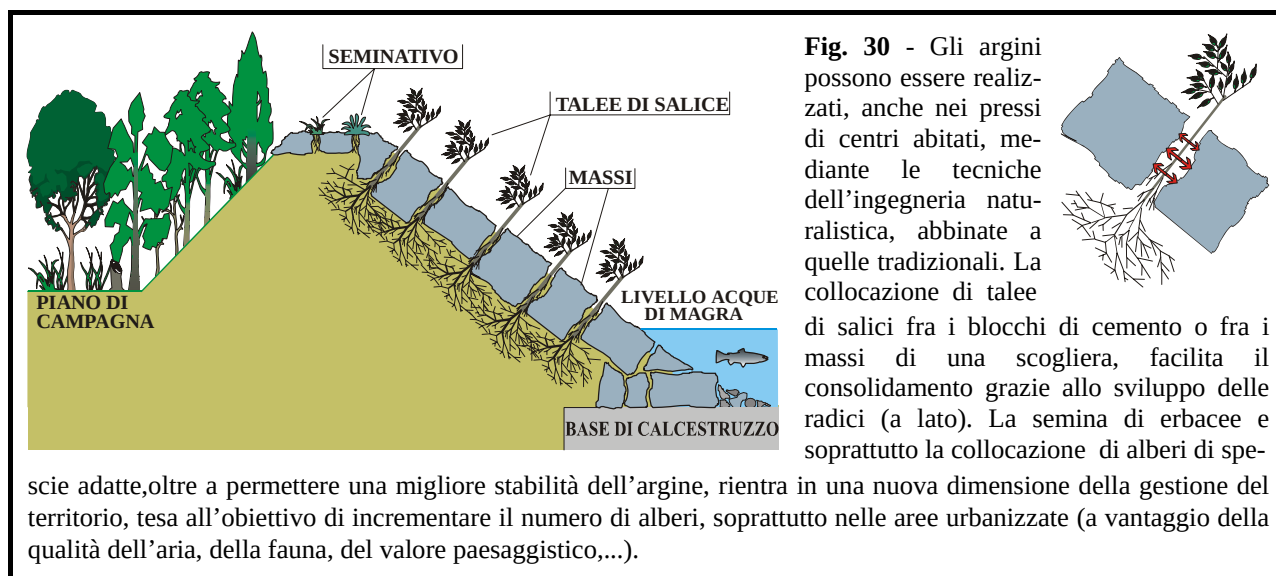
Fig. 28 - L'utilizzo dei gabbioni potrebbe essere considerato un esempio di tecnica mista (tradizionale/naturalistica) per la realizzazione delle difese spondali. Le gabbie metalliche andrebbero riempite con materiali caratterizzati dalla granulometria più grossolana possibile e disposte nel modo indicato in **fig. 25**, al fine di garantire rifugi per l'ittiofauna, anche grazie alla disposizione di alcuni massi ai piedi dei gabbioni stessi. Il ricoprimento di terreno organicamente ricco sulla porzione emersa della difesa consente una più efficace colonizzazione spontanea della vegetazione, eventualmente accelerata mediante talee.

5 - ARGINI

Le fasce di pertinenza fluviale (definite a pag. 23) potrebbero essere delimitate, ove è possibile (in genere per i più grandi fiumi di pianura o per i tratti di pianura di corsi d'acqua minori), mediante argini ben dimensionati (**fig. 29**). Fra la riva del fiume e l'argine rimane una fascia che si ritiene debba essere soggetta ad esondazione; in altri termini si crea un "nastro" molto largo, all'interno del quale il fiume sia libero di esondare e di divagare. Le aree entro quelle fasce sono "perdibili"; ciò significa che esse sono adatte per un uso del suolo legato allo sviluppo di zone di interesse naturalistico, oppure ad attività agricole (ad esclusione di alcune dannose per l'assetto idraulico come, per esempio, i pioppeti) per le quali si "accetta" che possano andare perdute.



Gli argini costituiscono realizzazioni di vaste dimensioni, capaci di produrre effetti significativi sull'ambiente (di tipo sia paesaggistico, sia biologico) e talora vengono proposti quali ipotesi di "messa in sicurezza" di strutture previste da progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale. Infine non sempre costituiscono sistemi di limitazione della divagazione delle acque di piena entro le golene ma, soprattutto in aree antropizzate non ricollocabili, vengono realizzati al fine di contenere i massimi deflussi entro l'alveo di piena ordinaria.



L'impatto dovuto alla realizzazione degli argini può essere assai elevato se costituiti unicamente da rilevati di terra più o meno inerbiti, ma può essere nullo (o addirittura positivo dal punto di vista biologico) nel caso in cui essi siano "coperti" da una fitta vegetazione arborea ed arbustiva. Non sono necessarie indicazioni

particolari (la **fig. 30** è un esempio molto schematico); occorre, in generale, prevedere arbusti sul lato interno, alberi su quello esterno e semplice inerbimento sulla sommità (che deve consentire, anche grazie a manutenzione, il passaggio di mezzi per il lavoro e per sicurezza e soccorso). Per quanto riguarda le specie da utilizzare devono essere utilizzate quelle autoctone tipiche del carteggio floristico locale.

Si riporta di seguito la **tab. 4**, con indicazioni sulle specie arboree ed arbustive adatte alla rivegetazione e nella costituzione di fasce vegetate, in funzione delle fasce altitudinali. Per le tecniche agronomiche e selvicolturali da utilizzare, a seconda delle diverse condizioni, si rimanda a manuali specialistici.

Tab. 2 - Elenco delle specie arboree ed arbustive in funzione delle fasce climatiche altitudinali (FC = A1 - A3). Vengono indicati gli ambiti più adatti per il pH del terreno e sono segnalate le specie particolarmente adatte per gli ambienti riparati (Ar) e quelle pioniere (SP). Da: BOANO et Al., 2001⁶					
Nome volgare	Nome scientifico	FC	AR	SP	pH
Acero campestre	<i>Acer campestre</i>	A1			5,5-8
Acero riccio	<i>Acer platanoides</i>	A1 - A2			5,5-8
Acero di monte	<i>Acer pseudoplatanus</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Ontano nero	<i>Alnus glutinosa</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ontano bianco	<i>Alnus incana</i>	A2	X	X	5,5-8
Ontano verde	<i>Alnus viridis</i>	A2 - A3	X	X	4,5-7,5
Pero corvino	<i>Amelanchier ovalis</i>	A2 - A3		X	5,5-8
Crespino	<i>Berberis vulgaris</i>	A1 - A2 - A3		X	5,5-8
Betulla	<i>Betula pendula</i>	A1 - A2 - A3		X	Indiff.
Carpino nero	<i>Carpinus betulus</i>	A1			4,5-6,5
Castagno	<i>Castanea sativa</i>	A1 - A2			3,5-5,5
Spaccasassi- Bagolaro	<i>Celtis australis</i>	A1		X	4,5-7,5
Citiso peloso	<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	A1			5,5-8
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	A1			5,5-8
Coronilla	<i>Coronilla emerus</i>	A1 - A2			5,5-8
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	A1 - A2			5,5-8
Biancospino	<i>Crataegus oxyacantha</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Ginestra dei carbonai	<i>Cytisus scoparius</i>	A1		X	3,5-5,5
Fusaggine	<i>Euonimus europaeus</i>	A1			5,5-8
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	A1			4,5-6,5
Frassino	<i>Fraxinus excelsior</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Ginestra spinosa	<i>Genista germanica</i>	A1 - A2		X	3-4,5
Ginestra minore	<i>Genista tinctoria</i>	A1 - A2		X	3,5-5,5
Olivello spinoso	<i>Hippophae rhamnoides</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Agrifoglio	<i>Ilex aquifolium</i>	A1 - A2			4,5-7,5
Maggiociondolo alpino	<i>Laburnum alpinum</i>	A2		X	4,5-7,5
Maggiociondolo	<i>Laburnum anagyroides</i>	A1 - A2		X	4,5-7,5
Larice	<i>Larix decidua</i>	A2 - A3		X	4,5-7,5
Citiso scuro	<i>Lembotropis nigricans</i>	A1 - A2		X	4,5-7,5
Ligustro	<i>Ligustrum vulgare</i>	A1			5,5-8
Caprifoglio	<i>Lonicera xylosteum</i>	A1 - A2		X	4,5-6,5
Abete rosso	<i>Picea abies</i>	A3			Indiff.
Pino mugo	<i>Pinus mugo</i>	A2 - A3		X	Indiff.
Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	A1 - A2 - A3		X	Indiff.
Pino uncinato	<i>Pinus uncinata</i>	A2 - A3		X	Indiff.
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	A1	X	X	5,5-8
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Pioppo tremolo	<i>Populus tremula</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5

⁶ BOANO G., PEROSINO G.C., SINISCALCO C., 2002. *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.

Ciliegio selvatico	<i>Prunus avium</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ciliegio canino	<i>Prunus mahaleb</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Pado	<i>Prunus padus</i>	A1			5,5-8
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Cerro	<i>Quercus cerris</i>	A1 - A2			4,5-7,5
Rovere	<i>Quercus petraea</i>	A1 - A2			Indiff.
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>	A1		X	5,5-8
Farnia	<i>Quercus robur</i>	A1 - A2			Indiff.
Spino cervino	<i>Rhamnus cathartica</i>	A1 - A2			5,5-8
Uva spina	<i>Ribes uva-crispa</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Rosa selvatica	<i>Rosa arvensis</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Rosa canina	<i>Rosa canina</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice stipolato	<i>Salix appendiculata</i>	A1 - A2	X	X	>6,5
Salice seghettato	<i>Salix breviserrata</i>	A2 - A3 - A4		X	4,5-7,5
Salicone	<i>Salix caprea</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice cenerino	<i>Salix cinerea</i>	A1	X	X	4,5-6,5
Salice dafnoide	<i>Salix daphnoides</i>	A2 - A3	X	X	5,5-8
Salice di ripa	<i>Salix eleagnos</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Salice fetido	<i>Salix foetida</i>	A2 - A3		X	4,5-7,5
Salice astato	<i>Salix hastata</i>	A2 - A3	X	X	4,5-7,5
Salice di Svizzera	<i>Salix helvetica</i>	A3 - A4		X	3,5-5,5
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice da ceste	<i>Salix triandra</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Salice da vimini	<i>Salix viminalis</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Sambuco rosso	<i>Sambucus racemosa</i>	A2 - A3			4,5-7,5
Sorbo montano	<i>Sorbus aria</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Sorbo degli uccellatori	<i>Sorbus aucuparia</i>	A2 - A3			3,5-5,5
Ginestra comune	<i>Spartium junceum</i>	A1		X	4,5-7,5
Tiglio selvatico	<i>Tilia cordata</i>	A1 - A2	X		5,5-6,5
Olmo montano	<i>Ulmus glabra</i>	A1 - A2	X		4,5-6,5
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	A1 - A2	X		5,5-8
Lantana	<i>Viburnum lantana</i>	A1 - A2			5,5-8
Palla di neve	<i>Viburnum opulus</i>	A1			4,5-6,5

A1. Ambiente di pianura, collinare e prealpino - clima freddi di pianura e di collina, posto ad altitudini inferiori a 600 m s.l.m.; limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio, ma comprendente le porzioni più elevate del piano collinare sui versanti ben esposti, fino a quote prossime a 1.000 m.

A2. Ambiente montano - clima montano (freddo subalpino), posto sotto l'altitudine di 1.500 m s.l.m., ma che può estendersi poco oltre sui versanti ben esposti, fino a quote prossime a 1.700 m, limite climatico delle zero termico medio del trimestre invernale.

A3. Ambiente subalpino - clima freddo, posto sopra i 1.500 m, fino ai limiti superiori del bosco (1.800 - 2.200 m s.l.m. in funzione dell'esposizione dei versanti).

A4. Ambiente alpino - clima molto freddo, sopra il limite del bosco (~ 2.000 m s.l.m.).

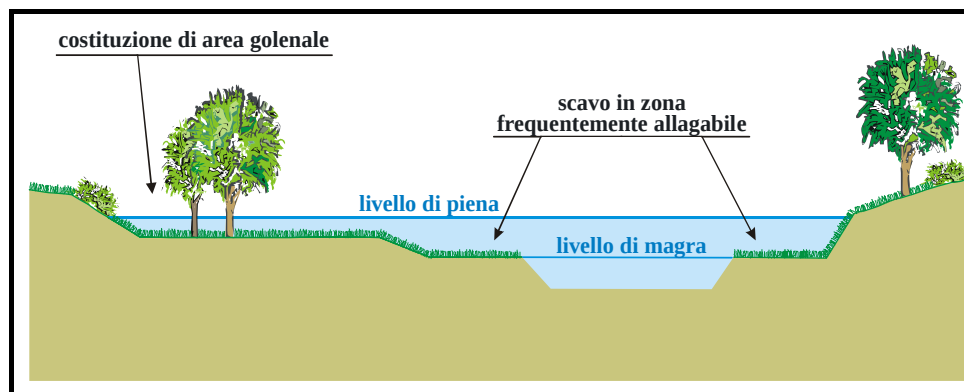


Fig. 31 - Esempio di ricalibratura di un alveo fluviale. L'intervento andrebbe eseguito in modo da conservare e, se possibile, migliorare la naturalità delle fasce di pertinenza fluviale, favorendo la colonizzazione di formazioni vegetali costituite dalle specie in **tab. 4**.

Le **ricalibrature degli alvei** sono interventi finalizzati ad accrescere la capacità di portata di un corso d'acqua senza operare sulle arginature preesistenti, in particolare quando è necessario asportare il materiale depositato e accumulato in alveo, al fine di ampliare la sezione libera di deflusso e consentire il passaggio delle piene all'interno della sezione d'alveo. L'intervento può consistere anche nella creazione di fasce golenali adatte a far defluire le portate di piena, mentre in condizioni ordinarie il deflusso continua ad avvenire all'interno della sezione preesistente (**fig. 31**).

Le ricalibrature si effettuano su tratti fluviali a debole pendenza e quindi a bassa velocità di corrente, dove risulti necessario incrementare la capacità di portata della sezione di deflusso. I lavori consistono, sostanzialmente, nell'asportazione del materiale depositato e accumulato in alveo al fine di aumentare la sezione, possibilmente allargandola a spese dei terreni circostanti, senza intaccare e compromettere gli argini esistenti. Si tratta di interventi che possono provocare gravi danni alle cenosi acquatiche e riparie. Pertanto si ritengono necessari i seguenti accorgimenti:

- caratterizzazione dei biotopi prevalenti, al fine di stabilire il periodo e le modalità di realizzazione della ricalibratura;
- realizzazione dell'intervento su un solo lato, o sui due lati in fasi distinte, affinché la sponda non interessata dai lavori rappresenti il riferimento per le opere di rinaturalizzazione e vi possa essere mantenuto integro l'ambiente naturale;
- creazione di tracciati sinuosi e "naturaliformi", evitando soluzioni particolarmente regolari che darebbero luogo a vere e proprie canalizzazioni;
- raccordi con le sponde naturali con inclinazioni molto dolci che non definiscano linee nette di separazione;
- a fine lavori ricollocazione, sulle aree golenali o sulle sponde riprofilate, del terreno vegetale preesistente e preventivamente scoticato ed accantonato;
- se ritenuto necessario, rivestimento delle sponde adottando tipologie di protezione e materiali che possano facilmente inserirsi nell'ambiente fluviale.

In termini più discorsivi ed in generale, tali interventi andrebbero condotti anche e soprattutto con le tecniche di ingegneria naturalistica o similari; ciò per favorire la colonizzazione arbustiva delle sponde, magari in misura superiore alla situazione precedente. Inoltre si ritiene importante, in fase di predisposizione dei progetti esecutivi, prevedere, per quanto attiene gli interventi di disalveo, la realizzazione di profili trasversali "non uniformi", in modo da evitare la distribuzione dei deflussi (in periodo di magra) su di un alveo caratterizzato da granulometria monometrica, con acqua scorrente in modo uniforme e con scarso e costante battente idrico. È importante fare in modo che le scarse portate invernali e tardo estive formino una sorta di "filone" di corrente ad andamento longitudinale molto variabile, favorendo la formazione di microambienti molto diversificati (piccole rapide alternate a saltelli, buche e lame a più lento decorso), importanti nel garantire la massima diversificazione della comunità macrobentonica.

Molto utile è la realizzazione di "pennelli" alternati, di soglie poco rilevate e la predisposizione di massi delle maggiori dimensioni possibili; ciò allo scopo di diversificare, per quanto possibile lo sviluppo delle correnti e i livelli batimetrici. In alternativa si possono utilizzare proficuamente i gabbioni (che costituiscono insieme di rifugi per gli organismi acquatici di minori dimensioni), con materiali litoidi caratterizzati dalla massima granulometria disponibile in loco e lasciando spazi fra gli stessi nella loro collocazione in posto (formazione di tane per i pesci). La copertura con "buona terra" delle parti emerse dei gabbioni utilizzati per le sponde favorisce la rapida colonizzazione vegetale delle sponde a tutto vantaggio della funzionalità fluviale. I gabbioni utilizzati direttamente in alveo andrebbero dimensionati ed "incassati" in modo da emergere soltanto nelle fasi idrologiche di magra.

L'esperienza insegna che tali obiettivi si conseguono abbastanza facilmente dando precise indicazioni ai manovratori dei mezzi impiegati per la movimentazione dei materiali. Infine è importante utilizzare abbondante materiale vegetale per le formazioni vegetali riparie che, tra l'altro, consente maggiori garanzie di stabilizzazione delle opere di consolidamento delle sponde che, comunque, non devono presentare sviluppi longitudinali troppo regolari (al fine di rendere più efficaci i rapporti trofici tra ambiente ripario e quello strettamente acquatico, importanti nel condizionare la struttura del macrobenthos). Il "dimensionamento" delle sezioni d'alveo bagnato ai fini degli obiettivi succitati dovrà tenere conto delle portate di magra valutate mediante approfondite analisi idrologiche.

I lavori di sistemazione idraulica comportano, quasi sempre, problemi di intorbidimento delle acque più o meno gravi. Si tratta d una questione molto importante. Infatti le particelle di argilla, limo e sabbia fine

sospese nell'acqua agiscono come "abrasivi" nei confronti dei delicati sistemi respiratori degli organismi acquatici; certamente essi sono adattati a "sopportare" tali situazioni in occasione dei fenomeni di piena, ma questi hanno carattere saltuario, che interessano periodi limitati. Nel caso di cantieri "in acqua" l'intorbidimento caratterizza continuamente periodi molto più lunghi, con gravi conseguenze, nei confronti sia dell'ittiofauna (che in parte può reagire mediante spostamenti), sia soprattutto del macrobenthos (molto più vincolato ai substrati di fondo). Durante le piene inoltre, data la maggiore velocità dell'acqua, il materiale fine scorre verso valle, contribuendo all'erosione, mentre durante il cantiere (solitamente in fase di regime normale) tale materiale, non sufficientemente sostenuto dalla corrente, si deposita, in buona parte, sul fondale, alterandone la struttura granulometrica ed a svantaggio soprattutto degli organismi bentonici.

Le possibilità di mitigazioni sono diverse a seconda delle tipologie di intervento e dipendono, in misura rilevante, dalla sensibilità degli operatori del cantiere. Per quanto attiene le opere spondali è importante che esse vengano realizzate, per quanto possibile, "a secco", lavorando per tratti in corrispondenza dei quali il principale flusso di corrente deve essere preventivamente deviato verso la sponda opposta a quella oggetto ad intervento. Tale precauzione, nella maggior parte dei casi, si rivela molto efficace; diverso è il caso delle attività di disalveo, che non sempre permettono di lavorare su porzioni di alveo asciutto. In ogni caso conviene evitare gli interventi nei periodi concomitanti con le attività riproduttive dell'ittiofauna.

6 - FUNZIONE DELLE BRIGLIE

Le briglie sono sbarramenti che “tagliano” trasversalmente il corso d’acqua. Esse possono essere realizzate con materiali diversi: cemento, massi (**figg. 32 e 33**), blocchi più o meno squadrati,... talora anche con strutture simili a muri e, più raramente, con gabbioni. Recentemente si costruiscono briglie con le tecniche dell’ingegneria naturalistica (soprattutto in corrispondenza dei canali che tagliano i versanti), che prevede l’uso di materiali naturali vari, con lo scopo di ridurre al minimo l’impatto visivo di tali strutture.

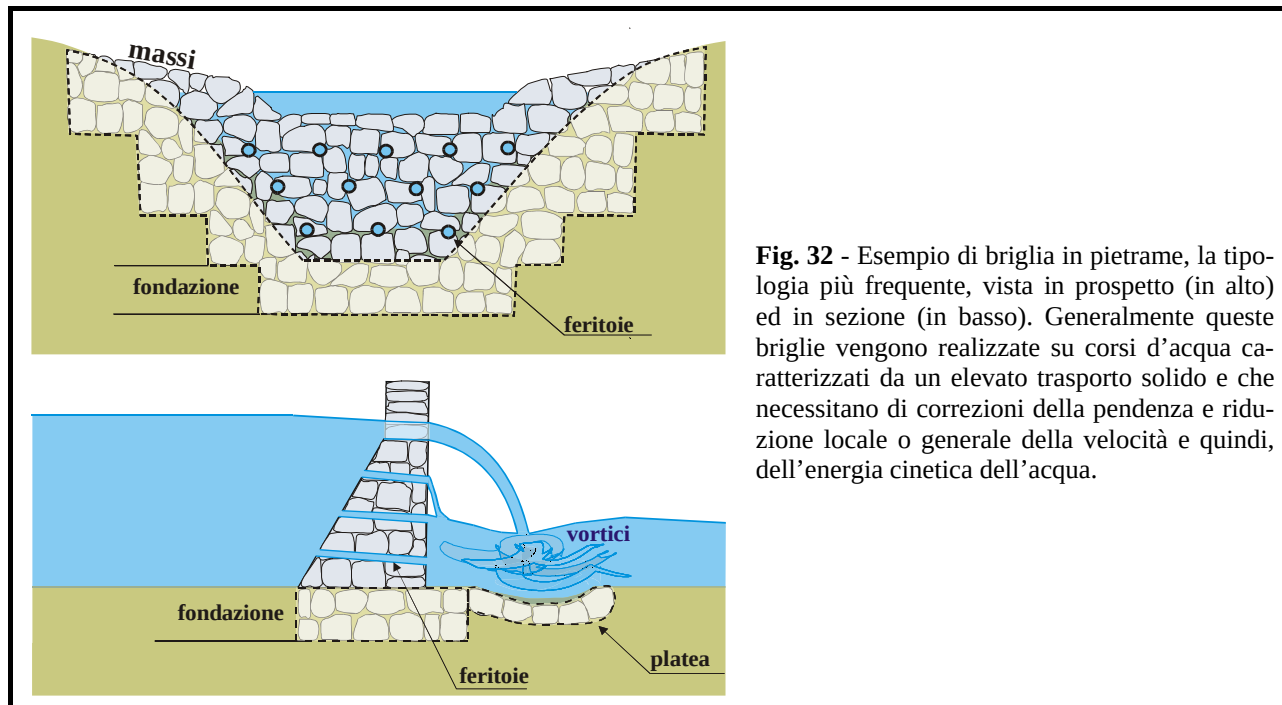


Fig. 32 - Esempio di briglia in pietrame, la tipologia più frequente, vista in prospettiva (in alto) ed in sezione (in basso). Generalmente queste briglie vengono realizzate su corsi d’acqua caratterizzati da un elevato trasporto solido e che necessitano di correzioni della pendenza e riduzione locale o generale della velocità e quindi, dell’energia cinetica dell’acqua.

Fig. 33 - Esempio di briglie in cemento sul torrente Chisone in val Troncea. Si tratta di una successione di opere trasversali realizzate con lo scopo di limitare l’erosione ed il conseguente approfondimento dell’alveo. L’esperienza tuttavia ha dimostrato, in occasione degli ultimi importanti eventi alluvionali (soprattutto nell’ottobre 2000), una scarsa capacità nel trattenere i materiali detritici. Non sempre la realizzazione delle briglie consente di conseguire gli obiettivi attesi.



Per comprendere l’utilità delle briglie, si immagini un corso d’acqua che scorre in un alveo ripido e profondamente inciso (per esempio un torrente incassato in una valle stretta e con versanti caratterizzati da elevata pendenza). In una simile situazione è facile immaginare, soprattutto in occasione di eventi di piena di media e di alta eccezionalità, lo scatenarsi di elevate energie capaci di generare, a causa della forte pendenza, una intensa erosione, conseguenza di un elevato trasporto solido. Poiché il corso d’acqua si trova in una fase giovanile, esso tende ad abbassare il suo profilo di scorrimento, scavando il suo letto. Ciò non costituirebbe un problema se sul fondo di quella ipotetica valle, lungo il torrente, non fossero presenti, per ipotesi, una strada (magari importante ai fini del collegamento con l’alta valle) ed edifici di vario tipo (magari alcuni costruiti molto tempo prima, quando per l’uomo non vi erano alternative). L’approfondimento dell’alveo comporta l’instabilità dei versanti ai suoi fianchi e probabili crolli destinati a conferire il caratteristico profilo a “V” della valle fluviale. Ma tali crolli finirebbero con il coinvolgere strada e fabbricati.

La **fig. 34** illustra un profilo longitudinale di un ipotetico corso d'acqua, lungo il quale sono disposte alcune briglie in successione (**A ÷ E**), i cui apici costituiscono livelli al di sotto dei quali l'alveo non può scendere; sono limiti che impediscono al processo erosivo di approfondire l'incisione fluviale, a condizione che le briglie stesse siano resistenti nel tempo, cioè robuste e ben realizzate. Con tali strutture si cerca di "imporre" al corso d'acqua un profilo stabile, grosso modo lungo una linea di equilibrio allineata sulle soglie delle briglie.

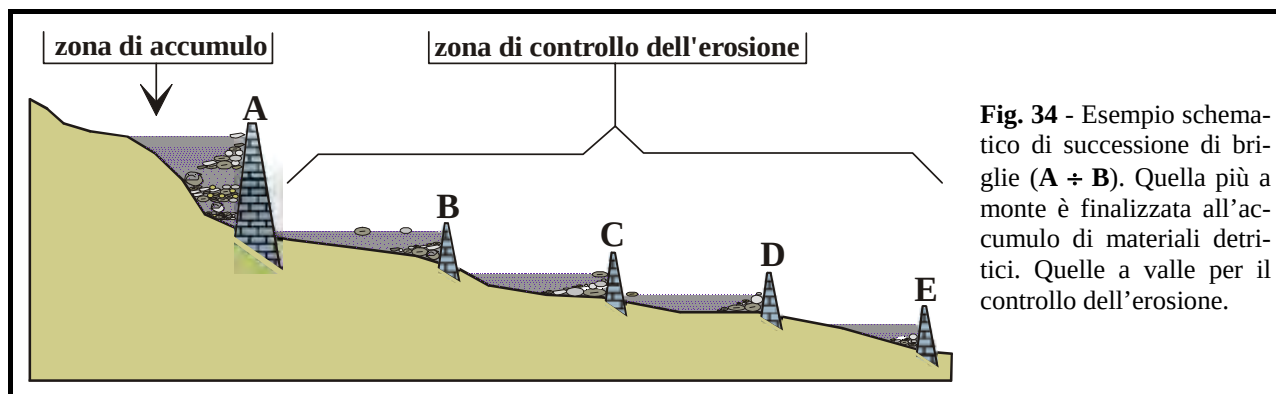


Fig. 34 - Esempio schematico di successione di briglie (**A ÷ B**). Quella più a monte è finalizzata all'accumulo di materiali detritici. Quelle a valle per il controllo dell'erosione.

Lungo i tratti compresi fra due briglie, la pendenza è minore e quindi diminuisce la velocità dell'acqua (meno erosione, meno trasporto solido e deposito; **fig. 35**); ma in corrispondenza dei salti l'acqua riprende energia ed è per tale ragione che, nella maggior parte dei casi, alla base degli sbarramenti, vengono sistemati grossi massi (o anche blocchi di cemento), al fine di evitare la ripresa dell'erosione (quella che si manifesta anche alla base delle cascate naturali). Una successione di briglie può quindi costituire una buona soluzione per garantire la stabilità dei versanti che si affacciano su un ripido torrente montano; anzi, in alcune situazioni, si tratta di un intervento indispensabile per ridurre i rischi connessi a crolli laterali che potrebbero coinvolgere le opere dell'uomo.

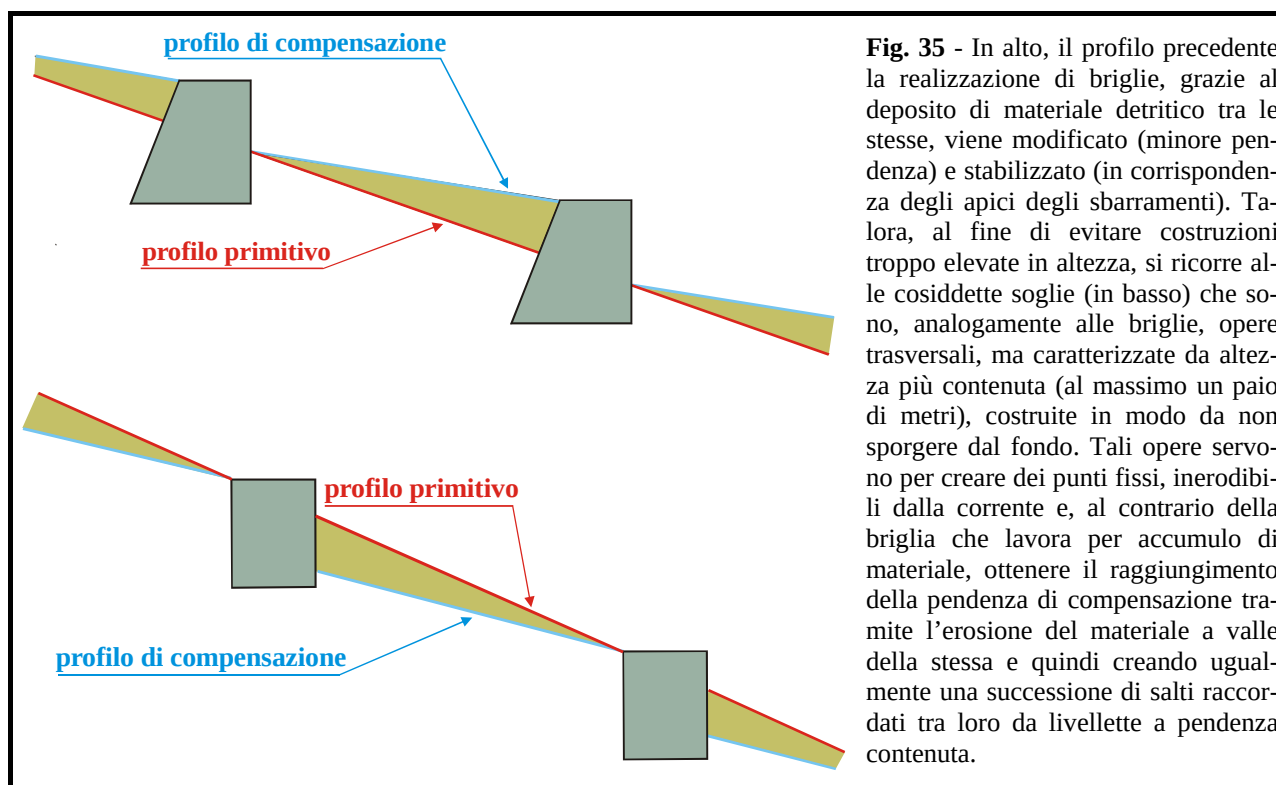


Fig. 35 - In alto, il profilo precedente la realizzazione di briglie, grazie al deposito di materiale detritico tra le stesse, viene modificato (minore pendenza) e stabilizzato (in corrispondenza degli apici degli sbarramenti). Talora, al fine di evitare costruzioni troppo elevate in altezza, si ricorre alle cosiddette soglie (in basso) che sono, analogamente alle briglie, opere trasversali, ma caratterizzate da altezza più contenuta (al massimo un paio di metri), costruite in modo da non sporgere dal fondo. Tali opere servono per creare dei punti fissi, inerodibili dalla corrente e, al contrario della briglia che lavora per accumulo di materiale, ottenere il raggiungimento della pendenza di compensazione tramite l'erosione del materiale a valle della stessa e quindi creando ugualmente una successione di salti raccordati tra loro da livellette a pendenza contenuta.

In altri casi la realizzazione di briglie è utile per evitare l'approfondimento di incisioni lungo versanti che potrebbero compromettere la stabilità dei terreni circostanti e quindi la perdita di suolo e l'incremento di materiali che vengono messi in movimento e convogliati nel reticolo idrografico. In questo ultimo caso le

tecniche più corrette e funzionali sono quelle dell'ingegneria naturalistica (**fig. 36**); purtroppo accade invece che molti canali vengano trasformati in una sorta di “scivoli” di cemento che hanno forse il vantaggio (o la pretesa non del tutto verificata) di risolvere il problema in un ambito spaziale molto ridotto, ma contribuiscono, in modo evidente, all'incremento della velocità con la quale l'acqua procede verso valle, con tutte le conseguenze facili da immaginare (**fig. 36**).



Fig. 36 - A sinistra è una briglia realizzata con le tecniche dell'ingegneria naturalistica, cioè mediante l'utilizzo di materiali naturali di scarso impatto visivo; assai efficace nel ridurre la velocità dell'acqua. In questo caso si tratta di un intervento realizzato su una incisione interessata dalla presenza di acqua in occasione di piogge prolungate o di rovesci più o meno intensi; con tale sistema di cerca di ridurre l'erosione dei versanti. A destra un sistema di briglie e scivoli in cemento per ridurre l'erosione di un torrentello, ma che genera inevitabilmente un incremento della velocità dell'acqua; quando tale sistema è diffusamente utilizzato si contribuisce ad accelerare il trasferimento dei flussi idrici a valle, cioè l'obiettivo opposto rispetto a quanto si vuole ottenere per il controllo del dissesto idrogeologico. Infatti è importante aumentare il tempo di corrivazione⁷, anziché ridurlo.

Spesso alle briglie vengono assegnate ulteriori funzioni, in particolare quella di “fermare” i materiali solidi trasportati dalle acque durante le piene (*trasporto solido*). Come già illustrato, a monte delle briglie, per effetto della diminuzione della velocità dell'acqua, avviene deposizione del materiale detritico. In alcuni casi, in corrispondenza di determinati tratti con caratteristiche adatte, gli sbarramenti presentano dimensioni decisamente più vistose (per esempio “A” in **fig. 34**), tanto da formare, immediatamente a monte, una sorta di piccolo bacino, ma sufficientemente grande da permettere l'accumulo di materiali che, in tal modo, non verrebbero più convogliati verso valle e non contribuirebbero più al trasporto solido (vero responsabile dell'erosione).

Ma anche negli intervalli fra le briglie “normali” (per esempio “B-C” o “D-E” in **fig. 34**) vi possono essere situazioni simili; tutto sommato molto è condizionato dalle dimensioni delle briglie e dalle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua. Giova tuttavia ricordare che tali sbarramenti, per quanto grandi in certi casi, non hanno le dimensioni delle dighe, capaci di formare bacini di accumulo dell'acqua anche di centinaia di milioni di metri cubi.

Gli ingegneri effettuano calcoli complessi per valutare l'entità del trasporto solido, al fine di dimensionare le briglie aventi la presunta funzione di favorire il deposito dei materiali, salvo poi scoprire ciò che è ovvio: le zone di accumulo a monte delle briglie si riempiono con molta facilità perdendo, in tempi brevi, la loro principale funzione (come nel caso illustrato in **fig. 33**). Quindi spesso si sente parlare di necessità di

⁷ Il *tempo di corrivazione* è un concetto che deriva dalla morfometria, la disciplina che studia quantitativamente le forme del territorio, in particolare su scala di bacino imbrifero. Esso è l'intervallo di tempo impiegato da una ipotetica goccia d'acqua caduta sul tratto di spartiacque più lontano di un bacino sotteso ad una determinata sezione di riferimento sul corso d'acqua principale. Per esempio il fiume Po, alla sezione confluenza con il Pellice (al suo ingresso nel territorio della Provincia di Torino) è alimentato da un bacino sotteso di 632 km². L'acqua di pioggia che cade sulla sommità del Monviso (3.841 m s.l.m.) impiega poco più di 10 ore per giungere alla sezione considerata (245 m s.l.m.). Se una pioggia intensa dura almeno 10 ore, a quella sezione giungono acque contemporaneamente da tutte le porzioni del bacino, determinando così il culmine della piena. Se il tempo di corrivazione fosse più lungo (per l'ostacolo che un reticolo idrografico naturale pone al flusso delle acque), occorrerebbe che la precipitazione, a parità di intensità, perduri per più tempo per determinare lo stesso evento di piena.

manutenzione che riguarda non soltanto gli interventi utili a garantire la solidità nel tempo, ma soprattutto per “svuotare” le aree di accumulo.

Tale svuotamento andrebbe effettuato con frequenza piuttosto elevata, comporterebbe l’uso molto costoso di scavatrici e di mezzi di trasporto, senza contare il problema dei siti destinati allo scarico dei materiali. Soprattutto si tratterebbe di una attività quasi sempre inutile. Infatti il problema praticamente non esiste in occasione delle situazioni idrometeorologiche di bassa e media eccezionalità, quando i volumi dei materiali messi in movimento dalla Natura non sono particolarmente elevati. Il problema vero si manifesta in occasione degli eventi eccezionali, quelli cioè capaci di coinvolgere quantità enormi di materiali detritici, in grado di riempire 10, 100 o 1.000 volte un’area di accumulo a monte di una briglia appositamente costruita. In tali situazioni, ammesso che la sbriglia sia stata svuotata poco prima, si avrebbe il colmamento già nelle prime fasi della piena; la restante parte dei materiali (cioè quasi l’intero volume del trasporto solido coinvolto nel fenomeno) passerebbe sulla briglia come se questa non esistesse.

Riassumendo, le briglie servono soprattutto a mantenere i livelli dei profili longitudinali dei corsi d’acqua, cioè per evitare l’approfondimento dei letti fluviali nelle situazioni di rischio per l’uomo e per i suoi edificati. La capacità di tali opere nel trattenere i materiali alluvionali, soprattutto in occasione delle piene più intense, è quasi nulla, pertanto molte di esse sono inutili. Diversa è la situazione quando si tratta di garantire la sicurezza dei ponti.

Il problema principale della stabilità della maggior parte dei ponti è dato dalle erosioni del letto fluviale che, a causa soprattutto del trasporto solido in occasione delle piene più intense, potrebbe portare ad approfondimenti, con il rischio di far emergere le “basi” (una sorta di fondamenta) sulle quali sono impostati i piloni. Inoltre, sia quale effetto diretto (per azione dell’acqua), sia indiretto (minore stabilità delle rive a causa dell’eventuale approfondimento del letto), bisognerebbe aggiungere i problemi relativi alle sponde sulle quali appoggiano le “spalle” dei ponti.



Fig. 37 - Le traverse per le derivazioni idriche (nell’immagine a lato per fini idroelettrici), come le briglie, costituiscono interruzioni della continuità biologica longitudinale. Tali opere vanno minimizzate mediante la realizzazione dei passaggi artificiali per l’ittiofauna e devono garantire i cosiddetti deflussi minimi vitali, cioè le portate minime di garanzia per mantenere i processi naturali degli ecosistemi fluviali. In molti casi invece, immediatamente a valle, i letti fluviali vengono letteralmente prosciugati.

La soluzione migliore è quella che gli ingegneri idraulici hanno, da tempi storici, individuato: una briglia ed eventualmente una controbriglia di protezione. Essa, per quanto illustrato precedentemente, impone una soglia, al di sotto della quale il corso d'acqua non si può abbassare per effetto dell'erosione.

Data l'importanza dei ponti nel garantire la piena efficienza del complesso sistema di trasporti, in un territorio caratterizzato da una fitta rete di drenaggio naturale, appare ovvio che il corretto dimensionamento (a livello progettuale) di tali strutture è fondamentale. Esso andrebbe accompagnato, nella maggior parte dei casi, da ulteriori massicci interventi, quali le difese spondali nei tratti immediatamente a monte e a valle dei ponti. Una saggia politica di prevenzione richiederebbe l'utilizzo delle risorse a vantaggio esclusivo (o quasi) per la messa in sicurezza delle briglie esistenti (molte andrebbero forse ricostruite), rimandando le nuove realizzazioni ad una fase successiva alla completa revisione dell'esistente.

La briglia, dal punto di vista ambientale, comporta un impatto evidente, tuttavia inferiore (nell'ambito di una concezione generale dell'ambiente che integra anche l'insieme dei processi economici e dei rischi per l'uomo e per le strutture) a quello conseguente al rischio di ipotetici crolli.

La moderna concezione nell'esecuzione di tali opere prevede, oltre ad evitare di modificare in maniera dannosa il profilo longitudinale del corso d'acqua (determinando squilibri a monte e a valle), di mascherare tali opere rendendole irriconoscibili ai non esperti, riproducendo un ambiente naturale atto a proteggere il ponte, perché il corso d'acqua non fa distinzione tra l'opposizione di una briglia in calcestruzzo ed un ammasso apparentemente caotico di massi legati tra loro da invisibili cavi d'acciaio (*rampe di pietrame*) atto a riprodurre l'ambiente naturale e a permettere la continuità biologica longitudinale del corso d'acqua.

Oltre agli sbarramenti sopra descritti come briglie, occorre citare le traverse realizzate allo scopo di derivare l'acqua dei fiumi per usi diversi (prevalentemente irrigui e idroelettrici) ed in qualche caso tali traverse esercitano anche la funzione del controllo dell'assetto idraulico (**fig. 37**). In ogni caso, anche quando non si ritiene possibile l'applicazione delle tecniche dell'ingegneria naturalistica e soprattutto per quelle opere di sbarramento caratterizzate da un salto d'acqua elevato, occorre garantire la continuità biologica longitudinale, prevedendo la realizzazione dei “**passaggi artificiali per l'ittiofauna**” ai sensi dell'*art. 6 del R.D. 1486/1914* e dell'*art. 10 del T.U. 1604/1931* e di quanto in tal senso ribadito con la Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Po 7/94 del 27 gennaio 1994.

Per quanto attiene le caratteristiche tecniche di tali passaggi artificiali per l'ittiofauna, occorre fare riferimento alla Delibera della Giunta Provinciale di Torino n. 746 - 151363 del 18 giugno 2000, riguardante i “criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna” e dove, tra l'altro, vengono stabiliti i criteri per la determinazione della Q_{PAL} , quale portata minima per il passaggio artificiale, espressa in funzione del Deflusso Minimo Vitale (ALLEGATO UNO).

7 - I PONTI

Spesso si sente affermare che “i materiali detritici, quali massi e tronchi, che si accumulano contro i ponti, possono costituire vere e proprie dighe, la cui rottura provoca onde d’acqua che innalzano i picchi delle piene” (fig. 38).

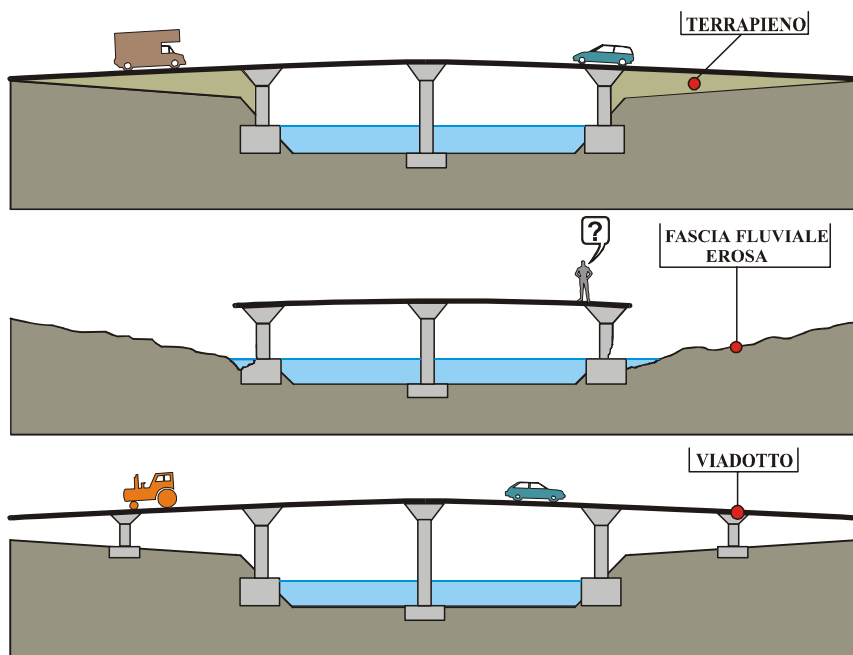


Fig. 38 - In occasione delle piene eccezionali si verificano crolli dei ponti in seguito alla spinta delle acque il cui carico solido (pietre, massi, tronchi d’albero e detriti vari) agisce sulle strutture di sostegno demolendole. In molti casi invece la causa principale dei crolli è l’insufficiente dimensionamento delle “luci”, le cui superfici dovrebbero essere valutate per eventi caratterizzati da tempi di ritorno fino a 500 anni; ma tenere conto di ciò significa costi molto elevati. Si finisce così con lo spendere di più per la ricostruzione. In ogni caso è bene mettere in evidenza che non esiste un ponte sicuro al 100 %. In

in sintesi una buona progettazione riduce il rischio (fatto comunque molto importante), ma non lo elimina.

In effetti l’esame delle carte delle esondazioni del 1993, del 1994 e del 2000 mette in evidenza allargamenti delle fasce inondate lungo i tratti fluviali immediatamente a monte della maggior parte di ponti (un po’ come scoprire l’acqua calda). Si tratta di aree che appaiono come “espansioni” dei fiumi, tali da apparire come veri e propri laghi. In realtà si tratta di acqua esondata che si accumula in quanto ostacolata, nella sua discesa verso valle, dai terrapieni sulle sponde ai lati dei ponti (fig. 39 in alto). In tal modo le portate di piena vengono “forzate” a passare attraverso la luce dei ponti stessi, con forte incremento delle velocità e delle potenze erosive, fino a determinare crolli rovinosi.

Fig. 39 - In alto lo schema illustra un classico ponte con la carreggiata ad una quota superiore al piano di campagna, al fine di consentire il defluire di elevate portate. Il raccordo della carreggiata del ponte con quella sul piano di campagna è realizzato con terrapieni ai lati del ponte stesso. In mezzo lo schema illustra un ponte “sospeso”; i terrapieni di raccordo con il piano di campagna sono stati erosi e quindi asportati dalle acque di esondazione. In basso lo schema illustra come dovrebbe essere realizzato il raccordo, mediante una sorta di viadotto che consente il defluire delle acque di esondazione.



L’accumulo di detriti contro le piglie dei ponti rappresenta (salvo qualche caso) un aspetto del tutto secondario. Inoltre l’eventuale accumulo di acqua (spesso denominato “effetto diga”) è caratterizzato da volumi assolutamente irrilevanti rispetto a quelli (centinaia e migliaia di metri cubi) che transitano in appena

un secondo (cfr. $Q_{\max}$ in **tab. 2**). Il cosiddetto “effetto diga” risulta quindi del tutto irrilevante rispetto alle dinamiche delle piene a valle.

Può succedere che l’acqua di esondazione, quella che va ad occupare le fasce di pertinenza fluviale, può aggirare all’esterno i terrapieni ai lati del ponte o addirittura può scavalcarli nei punti più bassi. Come l’acqua riesce a trovare una via di passaggio alternativa alla luce del ponte, inizia una intensa erosione che prima incide il terrapieno, poi si apre un vero e proprio varco ed infine asporta interamente tutti i materiali. Talvolta vengono asportati entrambi i terrapieni ed allora rimane in piedi lo scheletro essenziale del ponte, che appare come sospeso sul fiume (**fig. 39** in mezzo).

Quindi, più che dell’effetto diga, si può riconoscere un effetto negativo rispetto alla “tenuta” dei ponti, ma questo problema può essere risolto adottando scrupolosamente le prescrizioni della Autorità di Bacino del Fiume Po, non soltanto per le fasce di esondabilità determinate per i corsi d’acqua più importanti, ma in tutte le situazioni (**fig. 39**; in basso).

Come già segnalato a proposito delle briglie, una saggia politica di prevenzione, richiederebbe l’utilizzo delle risorse a vantaggio esclusivo (o quasi) per la messa in sicurezza dei ponti esistenti (alcuni andrebbero forse ricostruiti), rimandando le nuove realizzazioni ad una fase successiva alla completa revisione dell’esistente.

8 - LA PULIZIA DEI FIUMI

È la sera del 5 novembre 1994. Durante il telegiornale arriva la notizia del crollo di un'ala di un palazzo in Venaria Reale, a causa della piena catastrofica del torrente Ceronda, affluente di pianura dello Stura di Lanzo alle porte di Torino. Una serie di fortunate coincidenze ha evitato la morte per numerose persone. Quell'evento è risultato il simbolo della distruzione indotta dall'alluvione del 4 ÷ 6 novembre in quell'area situata presso la confluenza tra due fiumi. Proprio quell'evento merita di essere descritto, in quanto oggetto di numerose studi⁷ e perciò ben conosciuto sotto il profilo quantitativo. Inoltre l'area interessata da quell'evento alluvionale è oggi interessata dal più grande intervento di restauro funzionale storico - architettonico in Europa e riguardante, in particolare, la Reggia di Diana ed il Parco Regionale Naturale della Mandria e proprio in quell'area si stanno realizzando nuovi interventi (giardini, strade, parcheggi, servizi,...).

Il bacino del Ceronda è rappresentato in **fig. 40**. Esso presenta una superficie di quasi 183 km². La testata del bacino è impostata su rilievi affacciati sulla pianura torinese che culminano nei monti Druina (1.516 m s.l.m.), Colombano (1.658 m s.l.m.) e Arpone (1.600 m s.l.m.). La porzione montana (circa la metà del bacino) è drenata, oltre che dal Ceronda, dal torrente Casternone, suo principale affluente. Per avere una idea di quanta acqua è scesa dal cielo sul bacino del Ceronda durante l'evento del 4 ÷ 6 novembre 1994 occorre moltiplicare il valore della superficie del bacino (182,5 km² = 182.500.000 m²) per l'altezza di precipitazione dei tre giorni (252 mm = 0,252 m). Si ottiene un volume pari a quasi 46.000.000 m³, con il quale si potrebbe riempire, per oltre due volte, i due laghi di Avigliana.

Per il solo evento in oggetto è stato ipotizzato un carico complessivo di circa 1.000.000 tonnellate di materiali detritici (limo, argilla, ma anche sabbia e ghiaia) che il Ceronda ha scaricato nello Stura in tre giorni, di cui la metà nel solo giorno del sabato 5 novembre. Confrontando tale massa di materiali con il volume d'acqua scaricato nello stesso Stura, si ottiene un carico solido pari a 20 ÷ 25 g/l. In altri termini per ogni litro d'acqua erano mediamente presenti più di 20 grammi di materiali solidi, probabilmente di meno i giorni precedente e seguente quello in cui si è manifestata la massima piena e molto di più (anche 30 ÷ 50 g/l) durante il culmine dell'evento. Considerando infine un peso specifico medio dei materiali costituenti il carico solido (circa 2,5 t/m³), l'intero volume coinvolto nella piena (che il Ceronda ha scaricato nello Stura) durante i tre giorni 4 ÷ 6 novembre, è pari a circa 400.000 m³. Una vera e propria montagna di terra con base grande quanto due campi di calcio ed alta quanto un palazzo di nove piani.

Le quantità sopra riportate sembrano enormi, forse esagerate; oppure potrebbe sembrare sovrastimate (ma considerando i modelli e le modalità di calcolo utilizzati è vero il contrario). In realtà l'evento citato come esempio fa parte della storia naturale del nostro pianeta; una storia durante la quale fenomeni analoghi ed anche più intensi, per periodi di migliaia e milioni di anni, hanno distrutto intere montagne e colmato grandi depressioni formando ampie pianure alluvionali e colmando mari e laghi. Si sente affermare spesso che “oggi bastano due gocce per dar luogo a piene rovinose”. Classico luogo comune quasi unanimemente riconosciuto; frase che si sente pronunciare ovunque; essa solitamente costituisce la premessa di quasi tutti i discorsi intorno al problema del dissesto. La manifestazione di piena in corrispondenza di una sezione su un corso d'acqua dipende essenzialmente dalla superficie (e dalla forma) del bacino imbrifero sotteso e dall'entità (e durata) delle precipitazioni. Altri fattori dipendono dalle caratteristiche naturali ed antropiche del bacino (natura geologica del sottosuolo, copertura vegetale, condizioni del suolo, presenza di

⁷ AJASSA R., BADINO G., CATTAL F., FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., RUSSO L., 2000. *Bacino e reticolo idrografico del Ceronda (Collana Ambiente 6)*. Dipartimento Ambiente, Servizio Tutela della Fauna e della Flora della Provincia di Torino.

GEOENGINEERING, 1998. *Studio geomorfologico e idrologico dei bacini idrografici e degli alvei dei torrenti Ceronda e Casternone*. Programma di ricerca in tema di manutenzione e ripristino degli alvei e dei corsi d'acqua, nonché in tema di protezione idrologica e difesa del suolo della Provincia di Torino. Provincia di Torino. Venaria Reale (TO).

FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1990. *Elementi naturali del bacino del Ceronda. Situazione attuale nell'area di Venaria. Proposte di mitigazione degli impatti*. Assessorato Caccia e Pesca della Provincia di Torino.

FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1994. *Il bacino del Ceronda: un caso emblematico dell'alluvione del 4 ÷ 6 novembre 1994*. A.T.A. - A.V.T.A., Venaria Reale (TO).

FORNERIS G., PEROSINO G.C., TROSSERO M., 2001. *L'imbroglia idrogeologica*. A.T.A. (Associazione Tutela Ambiente). Ciriè (TO).

manufatti,...) ma, escludendo i piccoli bacini (con estensioni di pochi chilometri quadrati), sono meno importanti rispetto ai precedenti. Pertanto, affinché si verifichi una piena capace di produrre danni (o in generale un insieme di fenomeni di dissesto capaci di “segnare” il territorio), non bastano due gocce, in quanto occorre una precipitazione intensa, oggi, come ieri⁸ e come in futuro. Da questo punto di vista non vi sono responsabilità dell'uomo; fortunatamente egli non è ancora in grado di modificare le leggi naturali che regolano le vicende meteorologiche. Per comprendere meglio tali concetti molto utili sono i numeri succitati a proposito dell'alluvione che colpì Venaria Reale il 4 ÷ 6 novembre 1994.

Non bastano quindi due gocce d'acqua per scatenare una alluvione⁹. Ogni evento rappresenta una storia del tutto particolare e comunque sempre conseguenza di una situazione idrometeorologica eccezionale che, quindi, ben difficilmente si manifesta frequentemente in un ristretto ambito territoriale¹⁰. Ma considerando aree più vaste, a livello regionale o nazionale, è facile che, un po' in tutti gli anni, ora in un luogo, ora in un altro, ora limitatamente a piccole zone, ora su vasti territori, si verifichino fenomeni molto intensi, sempre più dettagliatamente descritti dai mezzi di informazione. Si diffonde così l'opinione errata per cui le manifestazioni di dissesto idrogeologico siano in aumento a causa di una cattiva gestione del territorio che, indebolito rispetto alle sue difese naturali, risponde con catastrofi anche alle piogge normali. È forse vero che ogni volta i danni alle persone ed ai manufatti sembrano superiori rispetto agli eventi precedenti, ma ciò, come vedremo, dipende da altre ragioni. Si tratta di fatti: è successo nel settembre 1993, nel novembre 1994 e nell'ottobre 2000; è successo in passato e succede da sempre, come ogni volta quando dal cielo precipitano enormi volumi d'acqua che non possono essere smaltiti in poco tempo dal reticolo idrografico superficiale.

Un altro aspetto strettamente connesso riguarda i possibili cambiamenti climatici in corso. Si tratta di una materia assai controversa, frequentemente utilizzata per dimostrare tesi anche opposte. Si può riconoscere, quale ipotesi più probabile, un possibile “riscaldamento” del clima a livello globale, che potrebbe comportare, quale effetto collaterale, una intensificazione dei fenomeni meteorologici. In altri termini i periodi con carenze di precipitazioni diventerebbero più frequenti, le temperature tenderebbero a salire e soprattutto (almeno per quanto riguarda il tema in oggetto), le piogge, seppure minori come valori medi, si “concentrerebbero” in manifestazioni più intense, con conseguente incremento del dissesto idrogeologico. Questi problemi sono sicuramente importanti ed andrebbero considerati con maggiore attenzione, ma non bisogna facilmente illuderci sulla preveggenza e sulla saggezza dell'uomo; meglio considerare gli eventi meteorologici così come si sono recentemente verificati (non molto diversi da quelli del passato) e come si manifesteranno nel prossimo futuro. In ogni caso anche tenendo conto dei possibili effetti dei cambiamenti climatici, bisogna allora riconoscere che, a maggior ragione, valgono le considerazioni circa le necessità di uno sviluppo sostenibile (minore produzione dei gas capaci di produrre l'effetto serra), di una maggiore attenzione ai problemi del dissesto e soprattutto di una politica del territorio non più fondata sul cemento.

⁸ Cfr. descrizioni riportate da E. Le Roy Ladurie in “*Historie du climat depuis l'an mil*” (Flammarion, 1967. Parigi).

⁹ Alla stazione idrometrica di Passobreve sul torrente Cervo (Biella), su 13 anni di osservazione (1937 ÷ 1955), la portata massima (con un bacino sotteso di 74 km²) è risultata ~ 200 m³/s il 27/05/1951 a causa di una precipitazione di quasi 80 mm in poco più di due ore (il tempo di corrivazione del bacino sotteso); intorno a quella data le piogge furono così abbondanti da portare il totale pluviometrico di quel mese, alla stazione di Oropa, ad un valore di 644 mm, un terzo della media annua⁶.

La stazione idrometrica di Lanzo ha funzionato nel periodo di 1930 ÷ 1943, 1946 ÷ 1981 (50 anni). La massima portata assoluta registrata nell'intervallo considerato è risultata pari a 1.600 m³/s, il 26 settembre 1947. In quel mese a Torino si registrò il quarto caso di massimo di precipitazione (67 mm) di durata pari a 6 ore in 34 anni di osservazione ed il quarto caso di massimo di precipitazione (137 mm) di durata pari a 3 giorni consecutivi in 52 anni di osservazione.

Nell'anno della grande piena del Po in Polesine, sempre a Torino, nel mese di novembre, si registrò (con 272 mm), il terzo caso di massimo mensile in 52 anni di osservazione. La portata massima del Po registrata alla stazione idrometrica di Pontelagoscuro (nell'intervallo 1918 ÷ 1970), registrata il 14 novembre 1951, risultò di quasi 11.000 m³/s. La portata massima registrata sul Po a Torino, nei giorni 14 ÷ 16 ottobre dell'ultima alluvione (2000), è risultata (stazione dei Murazzi) intorno a 2.500 m³/s, poco meno di un quarto del valore di massima piena del 1951 registrata a Pontelagoscuro, ma alimentata da un bacino (poco più di 5.000 km²) di oltre un ordine di grandezza inferiore a quello (~75.000 km²) sotteso alla stazione di chiusura del Po.

Le manifestazioni di piena che si sono verificate in Piemonte nel settembre 1993 e nel novembre 1994 (analogamente all'ottobre 2000), sono la conseguenza di enormi volumi d'acqua, dell'ordine di alcune centinaia di millimetri, precipitati in pochi giorni, pari ad 1/3 (ed anche 1/2) dei valori medi annui e vicini (talora superiori) ai massimi casi dei totali pluviometrici mensili.

¹⁰ L'alluvione del 14 ÷ 16 ottobre 2000 ha risparmiato il Tanaro. Sarebbe un errore pensare che ciò sia dovuto alle opere di sistemazione idraulica effettuate in seguito agli eventi precedenti. In realtà se le precipitazioni si fossero manifestate con le stesse modalità del novembre 1994, probabilmente le conseguenze sarebbero risultate analoghe.

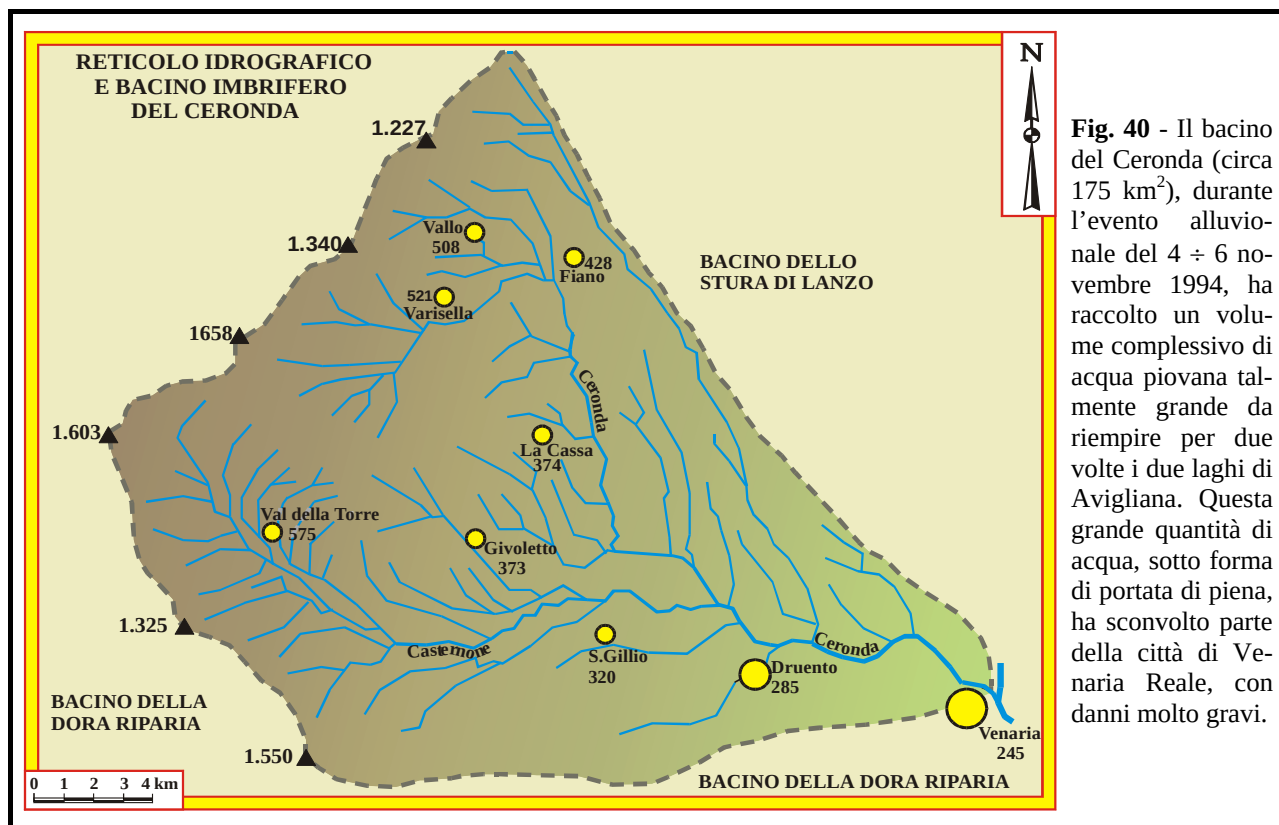


Fig. 40 - Il bacino del Ceronda (circa 175 km²), durante l'evento alluvionale del 4 ÷ 6 novembre 1994, ha raccolto un volume complessivo di acqua piovana talmente grande da riempire per due volte i due laghi di Avigliana. Questa grande quantità di acqua, sotto forma di portata di piena, ha sconvolto parte della città di Venaria Reale, con danni molto gravi.

Ma ritorniamo ancora sull'alluvione che coinvolse Venaria Reale nel novembre 1994. Occorre ragionare sul dato di portata di massima piena al colmo di quell'evento: circa 400 m³/s, una quantità d'acqua che, in ogni caso, non potrebbe mai rimanere entro l'alveo senza esondare ed indipendentemente da ogni possibile intervento di sistemazione idraulica e/o di messa in sicurezza delle fasce riparie. Tutti i dati sopra citati devono fare ben riflettere sulle quantità di materia e di energia che la natura può mettere in gioco e sono assai utili per comprendere alcuni concetti esposti nel seguito.

La formula che definisce la portata (**fig. 4**) assegna molta importanza alla superficie della sezione di deflusso. In effetti sembrerebbe che *"approfondendo il letto ed allargando le sponde, si aumenta la sezione di deflusso, a vantaggio della capacità del fiume nel sostenere maggiori portate"*. È una delle tesi più diffuse. Sembra molto semplice e intuitivo: se il fiume è più profondo e più largo può contenere più acqua, fino al limite di mantenerla tutta entro l'alveo, anche in occasione degli eventi eccezionali. Pertanto appare ovvio che aumentando la superficie aumenti la portata che può essere sostenuta. In realtà si tratta di una illusione, purtroppo uno dei "miti" più pericolosi e persistenti ed ai quali si richiamano tutti coloro che auspicano le asportazioni dei materiali detritici, impropriamente denominate *"operazioni di pulizia"*. In natura (ma ciò è spiegabile anche mediante la semplice legge fisica descritta in **fig. 5**), nei tratti con sezione aumentata artificialmente, la velocità dell'acqua diminuisce, ovviamente per garantire la stessa portata che scorre a monte ed a valle. Inoltre, se a monte avviene erosione a causa dell'energia scatenata dalla piena, nella zona in cui la sezione è stata ampliata, la diminuzione di velocità causa un repentino deposito di parte di questi materiali, ripristinando, secondo processi naturali, la sezione precedente.

Il concetto potrebbe essere chiarito con osservazioni durante una passeggiata lungo un fiume. Vi sono tratti, un po' più ripidi, dove la corrente è più veloce, ma la profondità è minore; si forma una sorta di rapida, con l'acqua che si "increspa" sulla superficie, "saltella" intorno ai sassi più grandi e forma mulinelli. Se verso valle il fiume diventa più largo e più profondo, l'acqua che giunge da monte si "placa", cioè diminuisce di velocità, in quanto ha a disposizione una sezione più grande, al punto da formare ampie e profonde "lame" con velocità di corrente quasi nulla; alla fine succede che il livello superficiale sostanzialmente non cambia. Il meccanismo, tutto sommato, non è molto diverso rispetto a quanto accade durante un evento di piena. Da ciò dipende l'inutilità di molti degli interventi di aumento artificiale della sezione di deflusso, a meno che non si intervenga lungo l'intero corso d'acqua, fino alla foce; ma ciò risulterebbe un obiettivo impossibile da realizzare, in quanto sarebbe necessario che le fasce lungo tutto il fiume siano sgombre di ostacoli (ponti, abitazioni isolate, centri abitati, aree industriali,...), esattamente il contrario della realtà attuale. Visto che serve poco aumentare la superficie della sezione di deflusso si potrebbe allora giocare sulla velocità

dell'acqua. Come abbiamo visto si tratta di una operazione utile e necessaria in determinate e limitate situazioni, ma si tratta di un gioco pericoloso (maggiore velocità significa erosione più intensa; cfr. cap. 2).

Il ragionamento appena esposto è del tutto teorico, allo stesso modo di quello a sostegno della tesi opposta. Infatti non è possibile, allo stato attuale, alcuna verifica sperimentale; le alluvioni si sono sempre verificate anche lungo i tratti fortemente soggetti (soprattutto in passato) ad escavazioni in alveo, ma si sono anche verificate lungo i tratti nei quali tali attività non si sono mai effettuate. Si potrebbe quindi sostenere che, quasi sempre, gli interventi che comportano escavazioni utili all'ampliamento delle sezioni di deflusso siano influenti rispetto ai complessi giochi di equilibrio erosione - deposizione dei fiumi. Ciò vale anche per l'attribuzione delle responsabilità assegnate a tali attività per l'abbassamento dei letti fluviali, che avrebbero causato una maggiore erosione delle basi dei pilastri dei ponti. Infatti i volumi di detriti messi in movimento dai grandi eventi alluvionali sono immensamente superiori ai volumi che possono essere "spostati" dall'uomo. Molto dipende dalle condizioni evolutive del corso d'acqua e dagli impercettibili spostamenti che subisce ad opera di energie ancora più grandi, quelli per intenderci causati dalle deformazioni tettoniche a scala di bacino. Quindi qualsiasi discussione sugli effetti delle attività di cava negli alvei (presunti positivi o negativi, a seconda dei punti di vista) è inutile e fuorviante. È inutile accusare gli ambientalisti per avere impedito le attività di estrazione di sabbia e ghiaia, così come è inutile accusare i cavatori di aver turbato, in modo significativo, l'equilibrio idraulico dei fiumi. Semmai i problemi sono di carattere biologico, per l'impatto sulle cenosi acquatiche in conseguenza dell'intorbidamento delle acque.

L'asportazione di materiale alluvionale in eccesso, ai fini della sicurezza idraulica serve a poco, non dannoso e inutile e troppo costoso rispetto ai risultati che si vogliono conseguire. È piuttosto un tipo di intervento che può essere adottato, spesso in associazione con quelli di risagomatura e di riduzione della scabrezza, in corrispondenza delle zone fortemente urbanizzate e/o degli attraversamenti, soprattutto quando, in occasione di piene intense, si hanno fenomeni di sovralluvionamento.

La cosiddetta "*pulizia dei fiumi*" si basa anche su un'altra concezione, anch'essa ampiamente diffusa, secondo la quale, al fine di favorire il defluire dell'acqua, occorre rimuovere tutti gli ostacoli. Fra questi figurano, quali principali imputati, alberi ed arbusti che crescono spontaneamente sulle rive e sugli isoloni, cioè proprio quella vegetazione (essenzialmente salici ed ontani) che, in seguito a processi evolutivi di milioni di anni, hanno saputo sviluppare particolari forme di radicamento e di resistenza alle acque, sono capaci di consolidare le sponde in modo talora più efficace delle difese idrauliche e sono in grado di dissipare parte dell'energia delle acque durante le piene.

Per provvedere a tale "pulizia" occorrerebbe un lavoro immane: bisognerebbe ridurre a deserti tutte le fasce fluviali, il che significa decine di migliaia di chilometri di lunghezza sul complesso reticolo idrografico per una larghezza media di una decina di metri per sponda (e forse anche più se si considerano gli alberi coinvolti nelle aree che vengono esondate durante le più intense manifestazioni) e quindi un disboscamento su oltre migliaia di ettari per il territorio della provincia di Torino. Per conseguire tale obiettivo occorrerebbe arruolare centinaia di boscaioli da impegnare per diversi anni, senza contare che non si risolverebbe interamente il problema, in quanto altra legna potrebbe raggiungere le acque dai versanti collinari e montani dei bacini. I fiumi possono essere paragonati a vere e proprie "fabbriche di legname" e da sempre le piene ne trasportano in grande quantità, anche in passato, quando veniva in minima parte raccolto ed utilizzato come combustibile¹¹.

Gli ambientalisti sono stati accusati per aver impedito la raccolta della legna lungo gli alvei fluviali. In realtà è vero che non è lecito abbattere alberi vivi, ma non risulta alcuna proibizione di raccogliere legname morto. In qualsiasi caso vale la pena di ribadire che la piena libertà da parte di chiunque di raccogliere legna morta ed anche (ma erroneamente) ammesso che questa possa comportare seri problemi, non sposterebbe il problema, in quanto (come accadeva in passato) ne verrebbe raccolta una frazione assolutamente irrisoria rispetto a quella normalmente presente.

¹¹ Le cronache dei decenni passati, del secolo scorso e del medio evo "raccontano" di enormi quantità di legname accumulate contro gli ostacoli nei fiumi, contro i casolari allagati, contro le paratoie di derivazione dell'acqua,.... Un tempo la legna costituiva un bene prezioso da sfruttare e veniva sicuramente raccolta, ma quella che rimaneva negli alvei era comunque immensamente superiore, anzi era più abbondante di quella che vediamo lungo i fiumi attuali e ciò perché un tempo i boschi erano più estesi, anche e soprattutto lungo le fasce riparie.

9 - MANUTENZIONE E TUTELA DEL SUOLO

Un ragionamento molto intuitivo ed apparentemente scontato è il seguente: “l'eccessiva impermeabilizzazione dei suoli (l'asfalto delle strade e dei parcheggi, i tetti delle case, i cortili in cemento,...), impedendo all'acqua di filtrare in basso, contribuisce all'incremento dello scorrimento superficiale e quindi delle portate nei fiumi”. Ciò è sicuramente vero, ma è necessario valutare le quantità in gioco durante gli eventi idrometeorologici eccezionali.

Le gocce d'acqua che precipitano su di un suolo naturale, ricco di sostanza organica e di di humus, con composizione granulometrica della frazione detritica minerale eterogenea (presenza di argilla, limo, sabbia e magari anche ghiaia fine), vengono gradualmente assorbite per penetrare in profondità, impregnando il suolo stesso, fino a giungere, nel caso di piogge prolungate, ad alimentare le risorse sotterranee. Ben poca acqua rimane in superficie ad alimentare lo scorrimento superficiale. Per esempio l'acqua che precipita su una superficie erbosa viene assorbita per l'80 % e solo il 20 % viene allontanato per scorrimento; nel caso di un bosco l'assorbimento è ancora maggiore. L'acqua che precipita sull'asfalto viene allontanata quasi tutta e quasi nessuna porzione di essa riesce a filtrare in profondità.¹²

La **fig. 41** illustra le modalità con le quali si producono i deflussi superficiali, quelli cioè che contribuiscono alle portate disponibili nei fiumi. Una parte delle acque delle precipitazioni evapora prima ancora di giungere al suolo o immediatamente appena giunto sul terreno, oppure da questo più lentamente tramite la traspirazione dei vegetali. Un'altra parte penetra nel sottosuolo e può ritornare all'atmosfera, sia per evaporazione diretta, sia per traspirazione oppure (o contemporaneamente) alimenta i deflussi tramite sorgenti ed i collegamenti falda - fiume. Un'altra parte scorre sulla superficie per alimentare direttamente i deflussi.

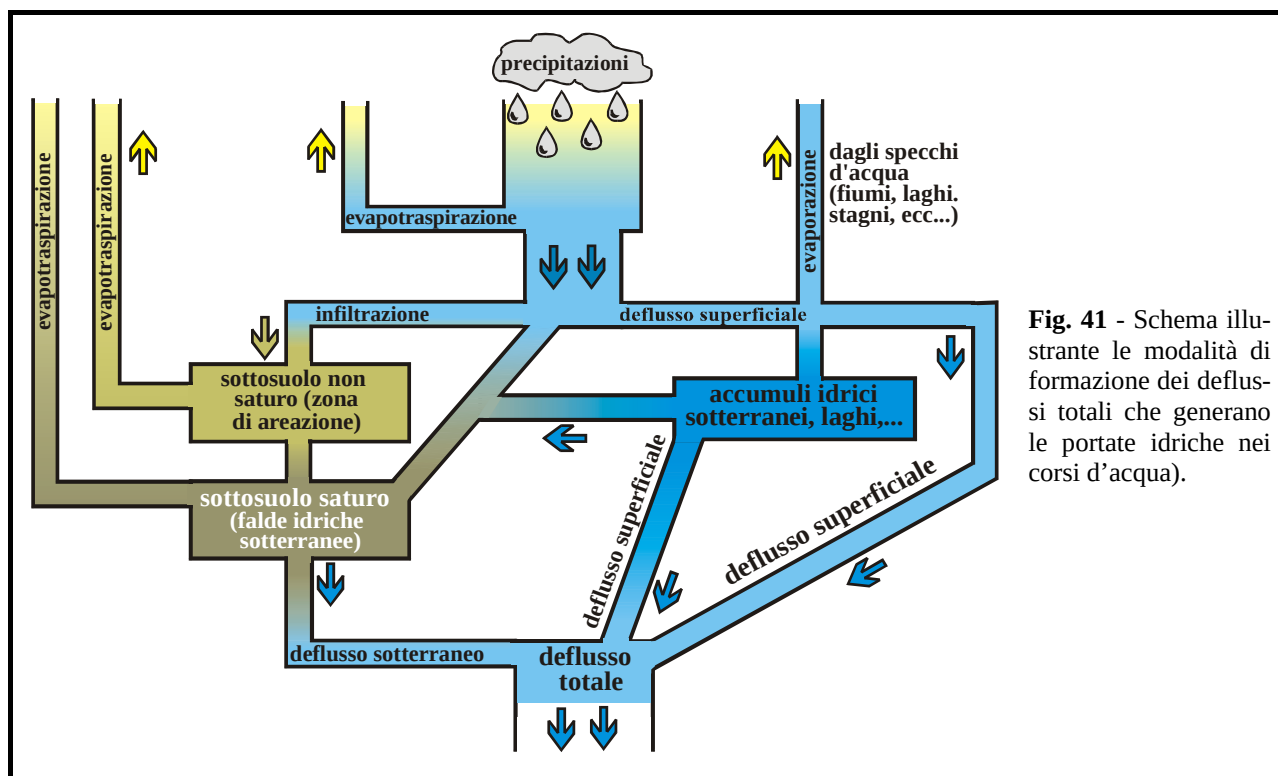


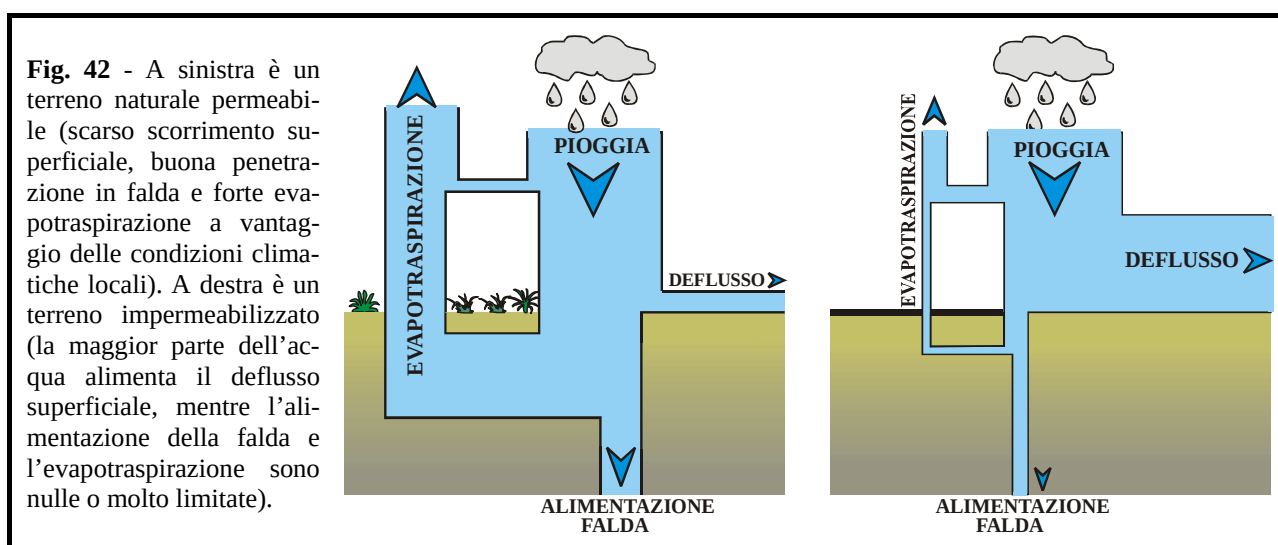
Fig. 41 - Schema illustrante le modalità di formazione dei deflussi totali che generano le portate idriche nei corsi d'acqua).

La **fig. 42** mette in evidenza le quantità in gioco, con un confronto tra una ipotetica situazione naturale (a sinistra) ed una caratterizzata da una superficie impermeabilizzata (a destra). Sembrerebbe quindi che l'impermeabilizzazione del suolo sia significativamente responsabile degli eventi alluvionali. In realtà occorrono alcune precisazioni.

Gli schemi illustrati nelle **figg. 41 e 42** (frequentemente utilizzati per sostenere tale tesi) si riferiscono a valori dei volumi d'acqua medi annui, i quali comprendono quindi anche quelli relativi a precipitazioni

¹² “La città possibile” - Studio URBAFOR, 1998. *Deimpermeabilizzare il suolo*. Materiali di informazione sull'ecologia urbana (scheda 11). Assessorato Tutela Ambiente. Regione Piemonte. Torino.

“normali” o comunque non particolarmente copiose (o intense o prolungate) che, nella maggior parte degli anni, costituiscono, nel loro insieme, la frazione più grande del volume complessivo.



In occasione degli eventi eccezionali, le piogge insistono per tempi più o meno lunghi; il terreno, nelle prime fasi, diventa una sorta di “spugna” pregna d’acqua, non più capace di trattenerne dell’altra. Se le precipitazioni insistono, la superficie del suolo assume caratteristiche sempre più simili a quelle impermeabilizzate, per cui quasi tutta l’acqua che precipita va ad alimentare i deflussi superficiali. Infine non bisogna dimenticare che le superfici impermeabilizzate dal catrame e dal cemento (per quanto estese come conseguenza dell’eccessiva antropizzazione del territorio) non costituiscono porzioni rilevanti dei bacini imbriferi.

A questo punto si può riassumere quanto segue:

- l’impermeabilizzazione del suolo è una questione importante, ma soprattutto per quanto attiene le conseguenze negative sul ciclo dell’acqua, dato che influenza l’idrologia superficiale e le acque sotterranee, prevalentemente nelle situazioni di magra;
- un altro aspetto negativo è dato dagli impatti sui climi a livello strettamente locale (per esempio nelle aree fortemente urbanizzate);
- l’impermeabilizzazione del suolo certamente condiziona i deflussi nelle situazioni idrometeorologiche eccezionali, ma il contributo alla formazione delle più cospicue portate di piena è relativamente modesto;

In conclusione si tratta di una questione di tutela del suolo, importante per molti motivi, fra i quali anche quelli inerenti gli eventi di piena, ma occorre stare attenti a non sopravvalutare il fenomeno o indicarlo come causa prevalente.

Quelli sopra citati sono chiari esempi di alterazione dei bilanci idrologici generali su scala di bacino, ma meno influenti sui fenomeni di piena di quanto normalmente si crede. Ciò vale anche per i bacini artificiali; in altri termini vale la seguente domanda: “*Gli eventi di piena possono essere amplificati dalle manovre idrauliche delle dighe?*”. Queste grandi opere possono essere considerate esempi fra i più evidenti delle capacità dell’uomo nell’utilizzo delle risorse naturali; esse, ampiamente capaci di modificare il paesaggio, costituiscono vere e proprie “opere d’arte” dell’ingegneria. L’accumulo di grandi volumi d’acqua consente usi diversi, quali produzione di energia, potabile, irriguo,....

Le dighe tuttavia, nella maggior parte dei casi, nelle aree ove vengono costruite, comportano gravi danni sull’ambiente ed è per tale ragione che spesso gli ambientalisti si oppongono alla costruzione di nuovi bacini artificiali. A ciò si aggiunga la paura delle popolazioni che si trovano a valle per il rischio di ipotetici e rovinosi crolli. Sulla base di problemi veri si innesca poi un atteggiamento irrazionale che vede nella “*diga cattiva*” la responsabile di tutti gli eventi connessi con l’acqua. Succede allora che le dighe vengano incolpate (o corresponsabilizzate) degli eventi alluvionali; si fanno riferimenti a fantomatiche manovre

idrauliche e ad improvvisi crolli (anche di sbarramenti che talvolta neppure esistono) per giustificare ondate improvvise di piena¹³.

Purtroppo si discute molto di questi argomenti fuorvianti, frutto di una isteria collettiva che ha necessità di individuare, a tutti i costi, qualche colpevole (atteggiamento che talvolta coinvolge anche le associazioni ambientaliste). In realtà le dighe sono praticamente ininfluenti sulla dinamica dei fenomeni di piena ed indipendentemente dalle manovre idrauliche di regolazione dei livelli. Semmai possono esercitare un debole effetto di laminazione, contribuendo, in misura molto limitata (talora neppure percettibile), a ritardare il culmine di piena ed a ridurre l'entità.

Un aspetto importante, legato alla tutela e gestione del territorio ai fini della riduzione del rischio idrogeologico è sintetizzato dal seguente slogan: *"I problemi di dissesto idrogeologico sono legati all'abbandono della montagna"*. Normalmente si fa riferimento ad un pittoresco quadro che mostra il versante di una ripida collina fittamente terrazzato e coltivato con forza e tenacia da generazioni di contadini, chiaro esempio di antica ingegneria naturalistica di massima efficacia, ma piuttosto limitato come estensioni areali interessate. Ben più estese sono invece le superfici disboscate dal *"buon montanaro"* per far spazio ai pascoli. D'altra parte egli non era altro che un poveraccio costretto a vivere in una Natura aspra ed ostile, dalla quale doveva trarre il suo magro sostentamento, con una serie di attività che hanno determinato conseguenze negative per l'ambiente, seppure in misura molto più limitata rispetto a quanto accadeva in pianura, soprattutto perché le condizioni ambientali non gli consentivano quell'atteggiamento di rapina reso possibile dall'uso massivo della tecnologia utilizzabile sui terreni pianeggianti.

Nella realtà l'abbandono della montagna non comporta conseguenze negative sull'assetto idrogeologico; semmai si possono ipotizzare alcuni benefici fra i quali, il più importante, l'espansione di boschi, non più ostacolata dalle attività umane. Occorre distinguere bene i problemi legati al dissesto (in parte accelerati dalle attività umane anche in montagna) da quelli di tipo socio - economici legati allo spopolamento. Dal punto di vista degli equilibri idrogeologici lo spopolamento è in realtà un aspetto positivo, ma diventa un problema sempre più preoccupante per la qualità della vita di coloro che rimangono.

Una delle conseguenze dell'abbandono della montagna, secondo una opinione abbastanza diffusa è la seguente: *"oggi non si garantisce più la manutenzione dei boschi come avveniva in passato"*. In realtà la migliore protezione del suolo contro l'erosione della pioggia battente e del ruscellamento è garantita dal bosco *"selvaggio"* (quello che si sviluppa con l'abbandono delle terre da parte dell'uomo o quello mai sfruttato, almeno da tempi storici). Le gocce d'acqua che precipitano incontrano prima le chiome degli alberi più alti, che ne ammortizzano l'energia; poi si frantumano ulteriormente sui rami e sulle foglie degli arbusti e delle erbe. Infine l'acqua ha maggiori possibilità di impregnare il suolo, soprattutto se questo è ricco di sostanze organiche che ne aumentano considerevolmente l'igroscopicità e la capacità di ritenzione idrica. Tali sostanze derivano dagli accumuli di foglie, rami, tronchi,... come è tipico di un bosco non curato.¹⁴

¹³ ESEMPI DI CACCIA ALLE STREGHE. Sono ben note le polemiche innescate dopo le piene rovinose che colpirono il bacino del Tanaro nel 1993 e soprattutto nel 1994. In seguito a precisi accertamenti si dimostrò che le dighe dell'alta valle del Tanaro non condizionarono affatto le modalità con le quali si manifestarono le onde di piena, ma intanto si persero tempo ed energie intorno ad una questione inesistente.

Nei giorni seguenti l'alluvione del settembre 1993 si diffuse la voce del crollo della "diga di Noaschetta", quale causa dell'imponente rovescio di acqua e detriti sull'abitato di Noascha, con conseguente distruzione di alcune case (alcune imprudentemente ricostruite proprio in corrispondenza della confluenza con l'Orco). Ma non esistono e non sono mai esistite dighe nel bacino del Noaschetta. Analogamente i tecnici dell'AEM di Torino dovettero impegnarsi (altro tempo sprecato) per dimostrare che la diga di Ceresole non produsse alcun effetto visibile sull'onda di piena che investì tutto il corso dell'Orco.

Ma altri esempi di *"caccia alle streghe"* sono assai numerosi. Sono state chiamate in causa inesistenti dighe sul bacino del Ceronda (novembre 1994). Addirittura furono citati i bacini artificiali dell'alta valle di Viù (Malciaussia e lago della Rossa) per spiegare le ondate di piena nel corso di pianura dello Stura di Lanzo (1993 e 1994).

¹⁴ Il fatto che sia preferibile il *"bosco selvaggio"* rispetto a quello *"curato"*, non significa che occorra, per quanto riguarda il tema dell'assetto idrogeologico, promuovere azioni politiche di governo del territorio tendenti ad evitare ogni forma di sfruttamento delle aree boschive. Come già illustrato, la presenza o meno del bosco incide poco sulle grandi manifestazioni di piene rovinose per l'uomo, in quanto esse dipendono principalmente dall'entità e modalità delle precipitazioni e dalle forme e dimensioni dei bacini imbriferi (cfr. capitolo 8). La struttura del bosco comunque, seppure marginalmente, influisce su tali fenomeni e quindi la sua conservazione contribuisce, insieme a numerose altre azioni di buon governo del territorio, a laminare un poco i picchi delle piene e ad allungare leggermente i tempi di

La manutenzione del bosco costituisce una necessità dell'uomo (raccolta dei frutti, utilizzo del fogliame per lettieri da utilizzare nelle stalle, produzione di legna da ardere,...); ma un bosco "pulito" presenta una stratificazione di fogliame meno complessa e soprattutto un suolo meno ricco di sostanza organica, quindi meno efficace nell'attenuare l'erosione.¹⁵ Secondo alcuni lo strato delle foglie che coprono il suolo, soprattutto nell'autunno (quando maggiori sono i rischi di alluvioni), forma una sorta di pellicola impermeabile che fa scivolare l'acqua impedendole di penetrare nel terreno. Questa è una delle più grossolane sciocchezze, in quanto sono proprio le foglie che costituiscono la componente più abbondante nel fornire sostanza organica al suolo e quindi le caratteristiche adatte per il migliore assetto idrogeologico.

"La gente non ha più tempo per la manutenzione dei fossi". Evidentemente *"si stava meglio quando si stava peggio"*. Il mito del *"buon montanaro"* si sovrappone a quello del *"contadino di altri tempi"*, costretto al faticoso lavoro della terra, senza l'aiuto delle macchine. Egli prestava grande attenzione alla cura dei fossi e dei canali che delimitavano i campi, scorrevano vicino alle cascine e lungo le strade. La manutenzione consisteva nell'eliminazione delle erbe e degli arbusti e nello scavo periodico (l'ingegnere direbbe "con lo scopo di diminuire la scabrezza"). In tal modo l'acqua scorreva più facilmente e veniva garantito lo smaltimento dell'acqua in eccesso in occasione delle piogge più intense, evitando così l'allagamento di strade, cortili, campi,....

Dobbiamo tuttavia considerare che un cattivo drenaggio (conseguente alla mancata manutenzione del reticolo idrografico artificiale) comporta per l'acqua tempi più lunghi per giungere ai fiumi; ciò significa un allungamento del cosiddetto "tempo di corrivazione". Succede quindi che all'incremento dei piccoli danni dovuti all'insieme dei limitati allagamenti (in conseguenza della scarsa manutenzione della rete di

corrivazione. Alla luce di tali considerazioni non è quindi molto importante se una parte dei boschi viene utilizzata dall'uomo (e quindi oggetto di manutenzione, con conseguente "indebolimento" della loro funzione di consolidamento del suolo); qualunque attività antropica comporta un impatto negativo nei confronti dell'ambiente. Un qualunque vivente (uomo compreso) provoca "danni" alla Natura per il semplice fatto che esiste. Ma vi è un equilibrio, per cui ogni interazione, apparentemente negativa, dato che comporta la soppressione o il "danneggiamento" di elementi naturali fisici o biologici, è ben tollerata dall'ambiente. Se ciascuna interazione è compatibile con l'equilibrio, le conseguenze sull'insieme dei viventi e sul dominio inorganico, sono irrilevanti; anzi l'ambiente, nel suo complesso, trova giovamento proprio nella molteplicità dell'insieme delle interazioni, anche se ciascuna comporta la distruzione di un elemento naturale. Le attività connesse alla manutenzione dei boschi comportano una serie di azioni che, rispetto alla questione ambientale in generale ed a quella dell'assetto idrogeologico in particolare, si possono definire di basso impatto e quindi ampiamente tollerabili da parte dell'ambiente. L'importante è l'incremento dell'estensione dei boschi, siano essi curati o meno e soprattutto bisogna comprendere che la mancata manutenzione è un argomento poco utile intorno al tema dei grandi eventi di dissesto idrogeologico.

¹⁵ In base a quanto argomentato con la precedente nota (14) si giunge alla conclusione per cui l'abbandono della montagna e la mancata manutenzione dei boschi non costituisce un importante problema idrogeologico, ma una preoccupante questione socio - economica. Vale quindi la pena sottolineare che, considerata inutile la valenza dell'assetto del territorio, non è opportuno pensare ad ipotetici ed inapplicabili azioni di governo tese a conservare le attività tradizionali montane se queste non hanno possibilità di vero e proprio autosostentamento tecnologico ed economico (a meno che queste non rappresentino valori storici di particolare interesse culturale e meritevoli di conservazione). Ma tali azioni di governo potrebbero diventare più interessanti se si aggiungesse un *"valore aggiunto"* di fondamentale importanza nell'ambito di quanto si quanto sarebbe opportuno per il futuro del nostro pianeta. Questo valore deriva dalla importanza del bosco in una strategia finalizzata al contenimento dell'effetto serra (che forse potrebbe contribuire a contenere un poco il pericolo delle alluvioni nel futuro) attraverso il potenziamento della fotosintesi clorofilliana. *"Lo sviluppo delle aree boschive e la loro coltivazione con tagli programmati delle piante più vecchie consentono infatti di diminuire la quantità di carbonio nell'atmosfera fissandola nel legno degli alberi e spostandola sotto la terra nelle radici. Inoltre forniscono legna da utilizzare come combustibile...."* In tal modo *"....si risparmiano risorse fossili e non si produce anidride solforosa.... Inoltre la quantità di carbonio che si immette nell'atmosfera.... verrebbe comunque prodotta se in alternativa si bruciassero combustibili fossili e, in ogni caso, è inferiore a quella assorbita dalle piante, perché circa la metà rimane nel suolo.... Un uso energetico efficiente, pulito ed economicamente conveniente della legna...."* si ottiene *"....riducendola in piccole scaglie...."* per essere poi bruciata *"....in appositi impianti di riscaldamento automatizzati. La riduzione in frammenti, un'operazione che viene detta cippatura, oltre a ridurre il volume della legna, consente di trattarla come se fosse un combustibile liquido...."* (in: PALAZZETTI M., PALLANTE M., 1997. *L'uso razionale dell'energia*. Boringhieri. Torino). Ciò significa utilizzare questo prodotto come se fosse un "normale" gasolio, con tutti i vantaggi e le comodità che ciò comporta. Un esempio che dimostra il seguente principio: un piccolo svantaggio idrogeologico (perché il bosco selvaggio "funziona" meglio di quello coltivato) comporta un grande vantaggio climatico (perché contribuisce a sottrarre carbonio dall'atmosfera), economico (perché contribuisce ad una minore dipendenza dai combustibili fossili) e sociale (perché l'interesse che ne deriva può rendere l'uomo più motivato a rimanere in montagna).

drenaggio), potrebbe fare riscontro un risparmio (seppure minimo o addirittura trascurabile), di parte di quelli dovuti alle esondazioni catastrofiche lungo i corsi d'acqua (in quanto ricevono parte dei contributi in tempi più lunghi).

Quanto sopra naturalmente non deve far supporre che non bisogna provvedere alla manutenzione dei fossi, ma semplicemente che anche questo argomento è fuorviante rispetto alle vere cause dei grandi eventi alluvionali. Infatti nella maggior parte dei casi le precipitazioni insistono per tempi più o meno lunghi e con intensità variabili, ma sempre piuttosto consistenti, capaci di impregnare il suolo, fino alla completa saturazione. Se le piogge insistono l'intera superficie del bacino che alimenta il fiume diventa una sorta di lamina ormai quasi impermeabile (ruscelli naturali, fossi, canali artificiali, stagni agricoli,...risultano colmi ed i campi allagati). A questo punto le precipitazioni possono intensificarsi e se insistono per un tempo sufficiente (pari a quello di corrivazione del bacino), si manifestano le più gravi manifestazioni di piena. Come si può osservare, in questo meccanismo, quando si raggiunge la fase critica, la capacità di smaltimento del reticolo idrografico artificiale diventa poco importante ed indipendentemente dal fatto che esso sia funzionale (grazie alla manutenzione tanto inutilmente auspicata) o in cattive condizioni.

Le considerazioni sopra espresse sono utili per capire bene quali sono i limiti degli interventi di corretta manutenzione e tutela del suolo e di quelli di sistemazione idraulica sui corsi d'acqua. Bisogna avere onestà culturale per spiegare bene a tutti che tali interventi servono per evitare le erosioni, la distruzione di strutture ed edificati, per ridurre al minimo i problemi legati alla viabilità (settore nevralgico della moderna economia),.... ma non impediscono l'allagamento. In altri termini, in occasione degli eventi idro-meteorologici eccezionali, non è tecnicamente possibile costringere il fiume a rimanere entro i suoi argini "normali" ed impedire ad esso di occupare l'alveo di piena, neppure disponendo di risorse finanziarie infinite con le quali realizzare opere di contenimento monumentali.¹⁶

È interessante ricordare ciò che, nel 1797, scrisse G. Tarzoni Tozzetti al granduca di Toscana, Pietro Leopoldo, sull'alluvione dell'Arno del 1333: *"....una legittima vendetta del fiume; l'imprevidenza dell'uomo aveva fatto il possibile per portar via all'Arno una striscia del suo giusto e necessario letto, pretendendo di obbligarlo a camminare per una fossa augusta e strozzata.... Ma l'Arno seppe vendicarsi ed armata mano ricuperare il suo necessario letto"*¹⁷.

*"Una alluvione è un evento naturale estremo, uno scatenarsi di enormi energie, come un terremoto, un'eruzione vulcanica. Non ci si deve illudere che con più oculate tecniche di gestione del territorio.... essa possa essere evitata.... Ne si deve pensare che sia solo un certo approccio all'uso del territorio tipico dell'uomo moderno ad essere causa di tali disastri: chi magnifica una certa infallibile saggezza dell'uomo di un passato remoto, non conosce la storia. Gli archivi di ogni borgo sono pieni di cronache che contano i morti, i terreni corrosi, i ponti crollati, cento come mille anni fa...." Ciò dimostra che il rapporto della società con tali fenomeni non può più "....essere di opposizione, bensì di adattamento. Esiste certamente una quota parte di responsabilità precise e pesanti, ma limitata.... all'esecuzione scorretta di qualche manufatto, alla localizzazione.... di strutture in aree a rischio, senza dimenticare.... l'esplosione demografica.... che non ci permette di ragionare sul territorio con la stessa logica del medioevo. Ma tutto ciò rappresenta solo una parte del triste panorama che si lascia alle spalle un'alluvione. Inutile scagliarsi contro i disboscamenti inesistenti (l'alta Val Tanaro è una delle più boschive delle Alpi occidentali....), l'apertura di fantomatiche dighe (...), l'abbandono delle montagne e un'agricoltura che ora è vista come benigna custode del territorio, ora scellerata sfruttatrice del suolo.... Chi ha visto le Langhe dopo il 6 novembre.... avrà osservato.... frane che hanno ferito interi versanti con e senza vigneti, con e senza boschi, con e senza case. Una grande alluvione non si può né evitare, né prevenire"*¹⁸.

¹⁶ "Da tempo in Italia si è innescato un circolo vizioso che deve essere interrotto. Le case sono costruite a ridosso dei fiumi, trascurando il fatto che l'acqua, se le piogge sono abbondanti, fuoriesce dal letto e allaga la fascia circostante. È un fenomeno naturale; ma quando si verifica la prima piena, gli abitanti reagiscono costruendo argini più alti e resistenti per proteggersi. Così non fanno altro che peggiorare la situazione: alla piena successiva l'acqua crescerà e, in mancanza di sfogo, romperà gli argini provocando una catastrofe ben più grave, oppure si abatterà sui centri abitati più a valle. Per interrompere il circolo vizioso, occorre regolamentare le costruzioni nella fascia inondabile e realizzare invasi, bacini dove dirottare l'acqua in caso di emergenza". Fabio Rossi (Istituto di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno). In: VALSECCHI C., 2000 (*Un paese di alluvionati*), Le Scienze dossier, 5: 42 - 43. Milano.

¹⁷ ORTALLI G., 1997. *Lupi genti culture - uomo e ambiente nel medioevo*. Einaudi, Torino.

¹⁸ MERCALLI L., 1994/95. *Una volta all'asciutto si dimentica*. NIMBUS, 6/7-II/III: 2; Società Meteorologica Subalpina, Torino.

Bisogna avere il coraggio di spiegare bene ai cittadini che le opere di difesa idraulica non possono impedire che le aree antropizzate vengano allagate, ma possono soltanto limitare l'irruenza delle acque. Occorre avere sempre ben presente infatti che forse *"l'acqua si può imbrigliare, ma non può essere domata"*¹⁹. In altri termini, nella maggior parte dei casi, non si può impedire che l'acqua penetri nelle cantine, nei negozi, minacci i piani bassi,... ma almeno si può fare qualche cosa per impedire che l'acqua non scorra troppo velocemente e non trasporti troppo fango. Per quanto riguarda invece le aree nelle quali la presenza dei manufatti è limitata o interessata prevalentemente da attività agricole, oppure ove sono presenti strutture ed impianti che possono essere ricollocati, diventa importante il concetto di tutela della fascia di pertinenza fluviale (cfr. capitolo 3).

I ragionamenti appena espressi sono dimostrati da numerosi eventi che si sono verificati fin dal medio evo, che hanno prodotto gravi danni nell'ultimo decennio e che purtroppo si verificheranno ancora. Essi sono descritti in antiche cronache, ampiamente documentate ed assai simili a quelle riportate recentemente sui quotidiani moderni. Sul numero di "Nimbus" 21/22 (la rivista della Società Meteorologica Italiana), oppure sul sito web www.nimbus.it, è possibile trovare un'ampia ed istruttiva documentazione. L'analisi di casi e problemi verificati nella nostra regione, in Italia e nel Mondo, nel lontano passato e recenti, contribuisce ad arricchire, in modo significativo le conoscenze intorno a tali problemi e soprattutto a considerali con più umiltà.

¹⁹ BALL F., 1999. *H₂O. Una biografia dell'acqua*. Rizzoli. Milano.

10 - CONCLUSIONI

Con i precedenti capitoli si sono criticamente esaminati i metodi tradizionali utilizzati per il controllo del dissesto idrogeologico, ma anche si sono considerate le possibili alternative. Le considerazioni espresse non sono il risultato di un pensiero ambientalista di tipo massimalistico, ma rappresentano ciò che è emerso dalle osservazioni sul comportamento delle opere di sistemazione idraulica in occasione degli eventi alluvionali che si sono verificati nel passato, soprattutto in questo ultimo decennio.

La necessità di un approccio diverso alle tematiche di controllo della sicurezza rispetto al rischio, sia a vantaggio delle attività umane, sia per la tutela degli ecosistemi fluviali, è ormai un fatto ampiamente acquisito, soprattutto dall'ambiente scientifico più sensibile ed aggiornato. A questo proposito è interessante riassumere, in modo sintetico, i concetti precedentemente espressi, sulla base dell'opinione di diversi Autori.

SCHIPANI (2003)²⁰: *“L'impatto fisico e biologico delle opere di artificializzazione fluviale è stato spesso amplificato dalla combinazione di più interventi (rettifiche, risagomature, difese spondali, arginature, briglie,...), con una serie di conseguenze indesiderabili, tra le quali l'aumento dei rischi idraulici, il deterioramento della qualità ambientale e l'impennata dei costi di manutenzione.”*

SANSONI (1993)²¹: *“La rettifica, che elimina la sinuosità del tracciato fluviale, comporta un accorciamento del percorso e quindi un aumento di pendenza, cui conseguono una maggiore velocità della corrente e una maggiore energia erosiva. L'abbassamento dell'alveo si estende progressivamente verso monte (erosione retrograda), mentre a valle, a causa della ridotta pendenza, si verifica il deposito di sedimenti così mobilizzati, con rischi di esondazione.”*

SCIPANI (2003)²⁰: *“L'aumento della pendenza, conseguente alla rettifica del tracciato fluviale ed alla riduzione della scabrezza, induce erosione verticale e laterale, instabilità dell'alveo, torbidità delle acque e sedimentazione nei bacini e nelle pozze a valle. La maggiore velocità della corrente allontana più rapidamente le acque, riducendo la capacità autodepurante e aumentando l'apporto di nutrienti al mare. La perdita di buche e raschi riduce i microambienti differenziati vitali per i macroinvertebrati e le aree di ovodeposizione per i pesci.”*

PETERSEN et al. (1992)²²: *“La perdita della vegetazione riparia e delle zone umide circostanti accresce il dilavamento del terreno e riduce l'efficacia della funzione di “filtro ecologico” per sedimenti e nutrienti svolta dalle fasce riparie. Il maggior carico di nutrienti ed il più intenso irraggiamento solare, non più schermato dalle chiome degli alberi spondali, stimolano la crescita di alghe e di macrofite acquatiche alimentando processi eutrofici e danneggiando ulteriormente la fauna acquatica.”*

THOMAS (1979)²³: *“L'alterazione degli ambienti fluviali provoca frequentemente il depauperamento di una risorsa fondamentale per molte specie animali,... Esempi di tale alterazione sono la frammentazione dei corridoi fluviali utilizzati come rotte di transito per gli uccelli migratori e la scomparsa di ecotoni ripari quali zone di rifugio per la fauna selvatica. Gli ambienti ripariali giocano infatti un ruolo importante nel mantenere la biodiversità dei vertebrati. La composizione faunistica presente lungo un corso d'acqua è funzione dell'interazione tra disponibilità di cibo, acqua, rifugi e distribuzione nello spazio dei diversi microambienti.”*

SCHIPANI (2003)²⁰: *“La giustificazione addotta per gli interventi di sistemazione idraulica è l'esigenza di tenere sotto controllo i corsi d'acqua, l'andamento delle piene, del trasporto solido e di altri fenomeni naturali che interferiscono con la sempre maggiore artificializzazione del territorio. Tuttavia gli interventi succitati presentano evidenti aspetti negativi, sia dal punto di vista idraulico, sia ambientale e si rivelano, sempre più spesso, una scelta controproducente. Tutto ciò pone l'obiettivo di riconsiderare i metodi sin qui seguiti ed evidenzia l'esigenza di ricondursi ad un approccio ecosistemico nella gestione delle acque superficiali.”*

²⁰ SCHIPANI I., 2003. Studio di un corso d'acqua e proposte per la sua rinaturazione: il caso del Sangro in Abruzzo. *Biologia Ambientale (C.I.S.B.A.)*, 17 (2): 3 - 18. Reggio Emilia.

²¹ SANSONI G., 1993. *La rinaturalizzazione degli ambienti fluviali*. Lezione presso l'Istituto Agrario S. Michele all'Adige - Dispensa. Trento.

²² PETERSEN R.G., PETERSEN L.B., LACOURSIÈRE J., 1992. A building block model for stream restoration. In *River conservation and management*, P.J. Boon, P. Calow, G.E. Petts (eds.). J. Wiley and Sons: 293 - 309.

²³ THOMAS G.W., 1979. *Wildlife habitat in managed forests: the Blue Mountain of Oregon and Washington*. U.S. department of Agriculture and Forest Service. Ag. Handbook.

BROOKES (1988)²⁴ e MADSEN (1995)²⁵: “A livello internazionale si sono avviate diverse esperienze di rinaturazione dei corsi d’acqua, con smantellamento di sistemazioni rigide realizzate in passato, ricostituzione di fasce di vegetazione riparia, restituzione della sinuosità e creazione di strutture a mosaico differenziato degli ambienti acquatici e di quelli terrestri adiacenti.”

L’importante è comprendere che una grande alluvione non si può impedire, ma si può limitare, seppure solo in parte. È ipotizzabile una modesta riduzione dei picchi di piena ed un piccolo incremento dei tempi di corrivazione, ma rispettando alcune condizioni, fra le quali le seguenti:

- evitare massicci interventi di sistemazione idraulica e di artificializzazione dei corsi d’acqua del reticolo idrografico naturale (ad eccezione delle aree fortemente urbanizzate); in tal modo si allungano i tempi di corrivazione e si favorisce la dissipazione dell’energia delle acque di piena;
- consentire la massima divagazione dei corsi d’acqua, prevedendo la realizzazione di vasche di colmata²⁶, argini maestri con ampie zone golenali e limitazione delle attività antropiche nelle fasce di pertinenza fluviale;²⁷
- conservare la massima naturalità delle fasce fluviali; in particolare tutelando la vegetazione spontanea lungo le rive ed evitando in particolare l’arboricoltura (soprattutto i pioppeti);
- sviluppare al massimo le potenzialità offerte dalla ingegneria naturalistica; a questo proposito diventa importante un forte e chiaro impegno delle amministrazioni nel curare i capitolati delle gare d’appalto, in modo che essi prevedano, quale condizione fondamentale e quando possibile, le nuove tecniche naturalistiche e figure professionali (es. naturalisti, geologi, forestali,...) che non siano esclusivamente quelle dell’ingegneria idraulica;
- procedere al massimo incremento della copertura forestale;
- deimpermeabilizzare il suolo, ovunque sia possibile.

²⁴ BROOKES A., 1988. *Channelized rivers. Perspectives for environmental management*. J. Wiley and Sons.

²⁵ MADSEN B.L., 1995. *Danish Watercourses. Ten yers with the new Watercourses Act*. Ministry of Environment and Energy. Danish Environmental Protection Acengy. Copenhagen.

²⁶ Connessa alla disciplina del rispetto delle fasce di pertinenza fluviale è la realizzazione di un insieme di interventi che, diversamente dalle quelli tipici dell’ingegneria tradizionale, tendono a ritardare i tempi che l’acqua impiega a defluire verso valle. Fra questi i più citati sono le vasche (o bacini) di colmata. In sostanza si tratta di realizzare, vicino ai fiumi ed in aree poco o nulla antropizzate, bacini artificiali, di bassa profondità, facilmente allagabili nelle situazioni di piena e capaci di accumulare grandi volumi d’acqua quando si riempiono, per restituirla più gradualmente quando si svuotano. In sintesi la loro funzione è quella di agire come “volani idrologici”. Inoltre presentano il vantaggio di essere gestiti come vero e proprie “zone umide” di interesse naturalistico.

Non bisogna tuttavia pensare che tali bacini possano risolvere il problema delle esondazioni. Abbiamo già citato il fatto che il volume di acqua della piena del Ceronda del novembre 1994 sarebbe stato sufficiente a riempire due volte entrambi i laghi di Avigliana (cfr. capitolo 8), i cui volumi sono 2 - 3 ordini di grandezza superiori a quello di un qualunque bacino di colmata, per quanto grande lo si voglia realizzare. Questi bacini hanno comunque il compito di ridurre, seppure in modo molto limitato, i picchi delle piene e di ritardarne leggermente i tempi (cioè leggero effetto di laminazione).

Ciò che conta (o che è realmente conseguibile) non è la risoluzione definitiva del problema per mezzo di una determinata tipologia di intervento, ma il massimo del contenimento possibile mediante diversi tipi di interventi, ciascuno dei quali capace di produrre risultati poco visibili, ma nell’insieme in grado di produrre effetti evidenti, anche se difficilmente sufficienti all’eliminazione totale dei rischi.

²⁷ Molto spesso si sentono affermazioni circa la “potenza” della scienza e della tecnologia, capaci di controllare qualsiasi fenomeno naturale e, in tal senso, si fanno esempi riguardanti altri Paesi. A questo proposito si potrebbe fare riferimento agli U.S.A., la Nazione economicamente e tecnologicamente più potente al Mondo.

“Certamente tutti ricordano l’alluvione del.... Piemonte del 1994 e nessuno quella che l’anno precedente aveva colpito la media valle del Mississippi.... che fece danni ben peggiori.... Pochi a sostenere che le alluvioni sono un fenomeno naturale.... e che.... le aree alluvionali andrebbero mantenute.... come valvole di sfogo.... Negli Stati Uniti, l’organismo preposto alle acque ha....” effettuato una precisa scelta: “.... là dove il Mississippi allagò rompendo sbarramenti e danneggiando case coloniche, paesi e coltivazioni,....” non fu consentita “....nessuna opera di ribonifica o ricostruzione. Realizzando che evidentemente aveva ragione il fiume ad allagare quelle zone, non l’uomo a colonizzarle....”; quindi vennero stanziati dei “....fondi per acquisirle al demanio pubblico al fine di poterle conservare alla loro naturale evoluzione.... Semplice, no?” (“Alluvioni: la colpa e quali rimedi - ancora una volta un esempio dall’America”. Documenti Wilderness, 1/XII (marzo, 1997): 2. Associazione Italiana per la Wilderness.

È importante sottolineare che qualsiasi intervento in alveo deve essere preceduto da comunicazione presso il Settore Tutela della Fauna e della Flora della Provincia, affinché sia possibile il recupero dell'ittiofauna nelle aree oggetto dei lavori.

Qualunque opera di sistemazione idraulica non deve comportare una riduzione del profilo trasversale dell'alveo al fine di evitare situazioni che potrebbero innescare più facilmente fenomeni di erosione e di esondazione.

Tutte le opere di intervento di sistemazione idraulica descritte andrebbero corredate da dettagliati progetti da sottoporre ai competenti Servizi Provinciali e/o di altri enti pubblici, in modo da verificare la coerenza rispetto all'obiettivo fondamentale: **DIFESA DAI FIUMI E DIFESA DEI FIUMI.**

L'ALLEGATO DUE propone una sintesi dei criteri, adottabili da una qualunque amministrazione pubblica, per una più corretta politica relativa agli interventi di sistemazione idraulica e di controllo del dissesto idrogeologico.

Tutto ciò tuttavia non servirebbe a nulla se si conserveranno ancora le strutture (fabbriche, impianti sportivi, case, campeggi, parcheggi,...) che attualmente occupano le fasce esondabili. Si afferma che le ultime alluvioni che hanno colpito l'Italia settentrionale è costata migliaia di miliardi delle vecchie lire e forse molto di più. Eppure poco si spende per la ricollocazione delle strutture in aree a rischio, anzi talora si continua a costruire.⁴ Pure ammettendo le necessità relative alla realizzazione di nuove strade e ponti per soddisfare le esigenze di crescita economica, occorrerebbe avere il coraggio di destinare una buona parte delle risorse non solo alle ricostruzioni post - alluvionali, ma soprattutto per mettere in sicurezza le strutture esistenti. È chiaramente una politica imprevedente impegnare le risorse della collettività su nuove realizzazioni senza prima aver sistemato ciò che già esiste sul territorio.

Le precedenti osservazioni si riferiscono a concetti generali dei quali occorrerebbe tenere ben conto in fase di programmazione e di progettazione degli interventi sul territorio, ma occorre anche prestare attenzione ai particolari, alle modalità di conduzione dei cantieri ed al modo con cui le opere (anche quelle tipiche dell'ingegneria tradizionale) si inseriscono nell'ambiente. Si tratta di vedere il fiume con occhi diversi, di imparare a riflettere e quindi di "immaginare" le esigenze delle comunità acquatiche e di quelle terrestri adiacenti. Talora ciò comporta prevedere tecniche diverse ed alternative nella redazione dei progetti di intervento, ma anche un modo diverso per "muoversi" intorno al fiume. A questo proposito si propone una ulteriore sintesi di quanto fin qui documentato, anche con l'ausilio di altri esempi.

IL LAVORO FATTO BENE. Molti avranno osservato il lavoro del manovratore (palista) sulla macchina (ruspa, scavatrice) che viene utilizzata per realizzare le difese spondali (scogliere) con massi (massicciate; **figg. 11, 12, 20 e 21**) o con blocchi di cemento (primate; **fig. 21**). Egli muove, con apparente semplicità, le numerose leve che comandano i movimenti della pala, per spostare grandi massi, con delicatezza e notevole precisione. Il risultato è una scogliera che ha l'aspetto di un muro piatto ed uniforme, costituito da clasti di varie dimensioni e forme, tra loro perfettamente incastrati come i pezzi di un "puzzle". Osservando quel muro è inevitabile riconoscere la perizia del palista che sa realizzare "lavori fatti bene", "puliti", "ordinati",... testimonianza dell'impronta umana, capace di segnare, in modo elegante e raffinato, la "confusione" tipica dell'ambiente naturale. Ma ciò che sembra "ben fatto" all'osservazione superficiale e condizionata prevalentemente da fattori estetici, non costituisce un buon risultato secondo altri punti di vista. La scogliera apparentemente ben realizzata, cioè liscia e praticamente priva di scabrezza (definita alle **pagg. 12 e 13**), offre la minima resistenza al moto dell'acqua e quindi vi è scarsa dissipazione di energia, cioè l'esatto contrario di quanto si dovrebbe ottenere con gli interventi di controllo dell'azione erosiva visti con un'ottica più moderna ed aggiornata. Una simile struttura inoltre è praticamente priva di rifugi per la fauna acquatica e la porzione di letto bagnato di fronte ad essa si presenta piatta ed uniforme, un ambiente poco ospitale per gli organismi. Molto meglio un "lavoro apparentemente male eseguito". Il palista dovrebbe sistemare i vari pezzi, compatibilmente con le necessità tecniche di resistenza e di stabilità, con l'intento di predisporre un accumulo caotico, lasciando ampi interstizi vuoti fra i diversi blocchi, adatti sia quali rifugi per gli animali nella porzione sommersa della scogliera, sia per consentire lo sviluppo della vegetazione in quella emersa o inondata nelle situazioni di piena (**fig. 43**). Il risultato migliore è una struttura che, in tempi medi - lunghi (o accelerati con impianti artificiali), diventi invisibile (o quasi) per copertura totale della vegetazione riparia.

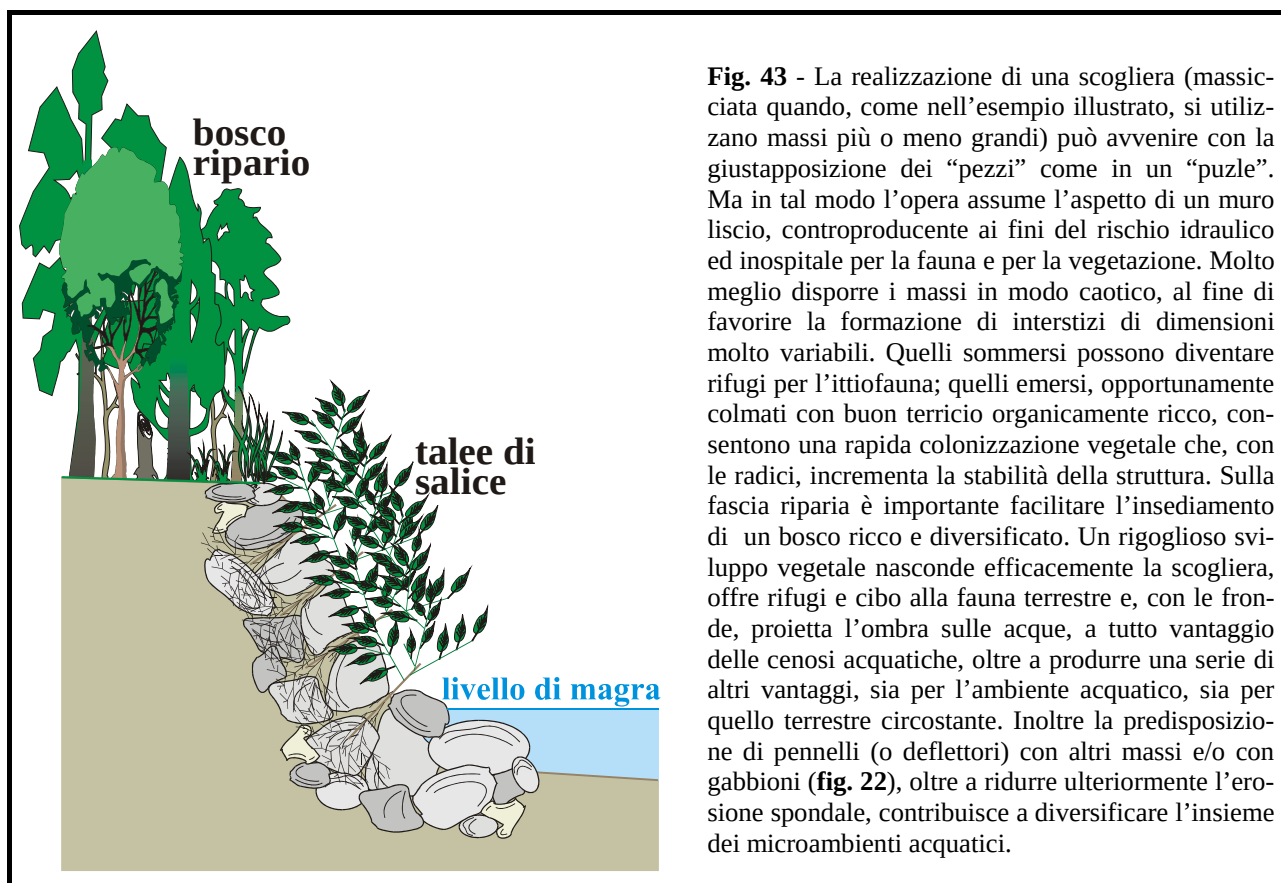


Fig. 43 - La realizzazione di una scogliera (massicciata quando, come nell'esempio illustrato, si utilizzano massi più o meno grandi) può avvenire con la giustapposizione dei "pezzi" come in un "puzzle". Ma in tal modo l'opera assume l'aspetto di un muro liscio, controproducente ai fini del rischio idraulico ed inospitale per la fauna e per la vegetazione. Molto meglio disporre i massi in modo caotico, al fine di favorire la formazione di interstizi di dimensioni molto variabili. Quelli sommersi possono diventare rifugi per l'ittiofauna; quelli emersi, opportunamente colmati con buon terriccio organicamente ricco, consentono una rapida colonizzazione vegetale che, con le radici, incrementa la stabilità della struttura. Sulla fascia riparia è importante facilitare l'insediamento di un bosco ricco e diversificato. Un rigoglioso sviluppo vegetale nasconde efficacemente la scogliera, offre rifugi e cibo alla fauna terrestre e, con le fronde, proietta l'ombra sulle acque, a tutto vantaggio delle cenosi acquatiche, oltre a produrre una serie di altri vantaggi, sia per l'ambiente acquatico, sia per quello terrestre circostante. Inoltre la predisposizione di pennelli (o deflettori) con altri massi e/o con gabbioni (**fig. 22**), oltre a ridurre ulteriormente l'erosione spondale, contribuisce a diversificare l'insieme dei microambienti acquatici.

BRIGLIE O RAMPE. Abbiamo già avuto modo di descrivere struttura e funzioni delle briglie (**fig. 32**). Con esse si vuole limitare l'azione di erosione normale delle acque, sia per evitare l'approfondimento dei letti fluviali, soprattutto lungo i ripidi torrenti montani (**figg. 34**), sia per garantire la stabilità delle strutture presenti negli alvei o in prossimità di essi quali, per esempio, i ponti. In sintesi le soglie delle briglie rappresentano punti al di sotto dei quali il letto fluviale non può approfondirsi (**fig. 35**). La pendenza dell'alveo fluviale viene attenuata immediatamente a monte della briglia, con conseguente diminuzione della velocità della corrente d'acqua e quindi dell'energia erosiva; in una successione di briglie i tratti fluviali compresi tra esse assumono l'aspetto di scalini, ciascuno dei quali con pendenza ridotta (**fig. 33**). L'azione di controllo dell'erosione è, in qualche caso discutibile, mentre in altri è evidentemente necessaria. Un problema rilevante è rappresentato dall'interruzione della continuità biologica longitudinale, che non sempre è possibile tecnicamente superare mediante la realizzazione di passaggi artificiali per l'ittiofauna. Un'ottima alternativa è rappresentata dalle **rampe di pietrame** (**fig. 44**). Con esse viene comunque garantito l'obiettivo di creare delle soglie che impediscono o limitano l'erosione e contemporaneamente garantiscono gli spostamenti longitudinali della fauna acquatica in misura molto efficace, rendendo inutile la realizzazione di appositi passaggi artificiali. Purtroppo si tratta di una tipologia di intervento poco utilizzata, in quanto ritenuta poco praticabile. Ciò è certamente vero per i ripidi torrenti montani, ma in realtà si tratta di una soluzione che può essere attuata per quasi tutti i corsi d'acqua di pianura e delle principali vallate. Il problema principale sta nella scarsa esperienza dei progettisti per quanto riguarda la tecnologia dell'ingegneria naturalistica, non ancora sufficientemente conosciuta.

DISALVEI, RITOMBAMENTI, RISAGOMATURE,... Apparentemente il modo migliore per ridurre il pericolo dalle piene, sembra essere quello di farle scorrere via il più velocemente possibile. Nel capitolo secondo abbiamo spiegato che tale regola idraulica funziona abbastanza bene, ma a condizione di porre l'attenzione esclusivamente al tratto fluviale oggetto di intervento. Se si esamina tale problema in un contesto più ampio, si capisce facilmente che l'insieme di tali interventi determina una forte riduzione dei fattori che presiedono alla dissipazione di energia, come normalmente accade negli ecosistemi acquatici naturali. In altri termini il tentativo di limitare pochi danni in una ristretta situazione locale, determina incrementi del rischio di danni maggiori verso valle.

Fig. 44 - In alto è rappresentata una sezione longitudinale di una classica briglia concepita con le tecniche dell'ingegneria tradizionale. Impo-
nendo un salto d'acqua si rompe la pendenza a monte e si impone una soglia al di sotto del quale l'erosione non può approfondire il letto fluviale. Ma in tal modo si crea una evidente interruzione della continuità longitudinale, non sempre ripristinabile con la realizzazione di un passaggio artificiale. La stabilità dell'alveo viene garantita anche mediante una **rampa di pietra-
me** (in basso), che funziona come una tradizionale briglia, ma che contemporaneamente non compromette la qualità paesaggistica e soprattutto permette il facile trasferimento della fauna acquatica. Di fatto essa appare come un tratto fluviale con aspetto pseudonaturale, il cui fondale è costituito da clasti più grossolani rispetto a quelli contigui

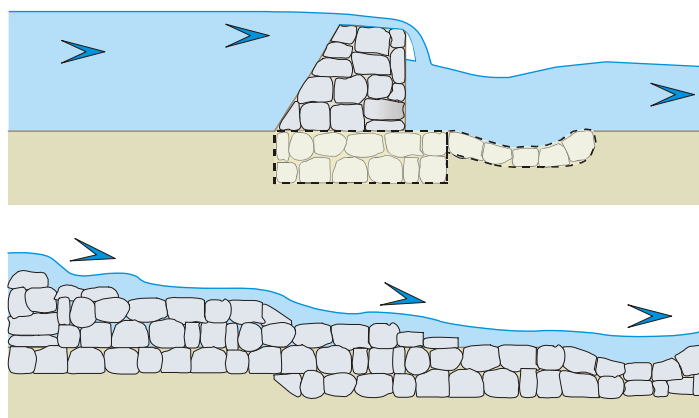
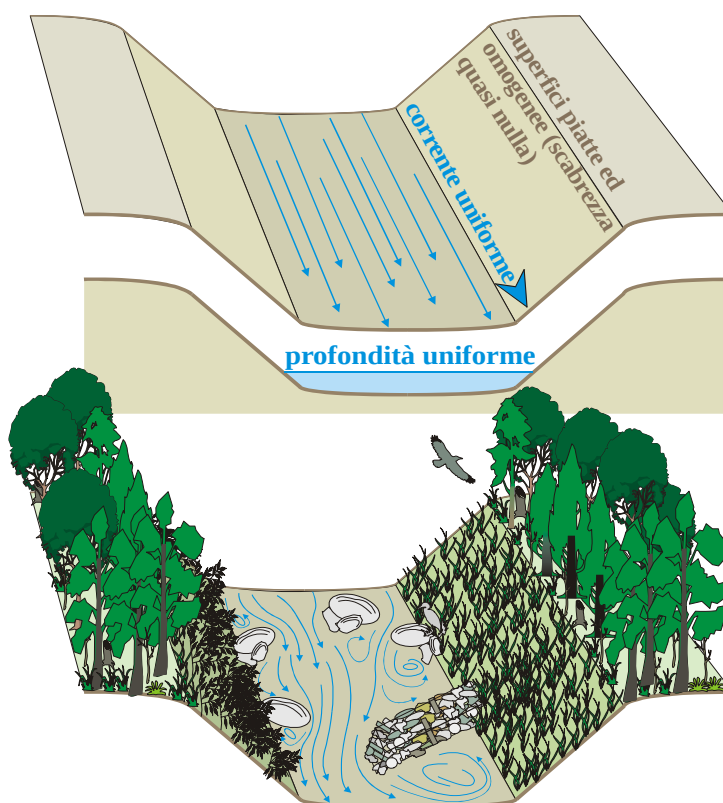


Fig. 45 - In alto è un tratto fluviale “sistemato” con profilo trasversale trapezoidale. Aumenta il raggio idraulico e le superfici lisce e continue riducono la scabrezza (**fig. 7**). Ciò è vantaggioso sotto il profilo idraulico, ma un disastro dai punti di vista naturalistico e paesaggistico. In basso è lo stesso ambiente con alcuni “ritocchi” strategici. Sul fondale sono sistemati isolotti di massi (ma potrebbero essere anche gruppi di gabbioni; **fig. 46**). Sono presenti deflettori (con massi e/o con gabbioni e/o con tronchi). La presenza di tali ostacoli (sommersi nelle fasi di morbida) concentra i flussi idrici di magra lungo direttrici principali, evitando la distribuzione uniforme dell'acqua sul fondale, con profondità, velocità di corrente e granulometria costanti; inoltre contribuisce a diversificare i microambienti adatti ad ospitare varie forme di organismi acquatici. Occorre favorire la colonizzazione vegetale delle sponde e delle fasce riparie, al fine di ottenere una massa vegetale anche superiore a quella precedente l'intervento.

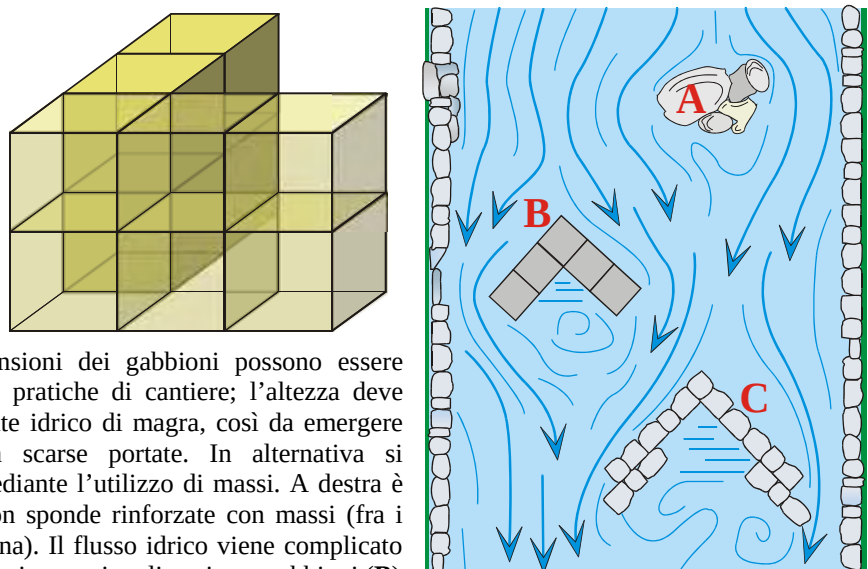


Tali tipologie di intervento, sotto molti punti di vista, sono i più pericolosi; esse vanno limitate nelle situazioni che non prevedono alternative. Dal punto di vista naturalistico costituiscono veri e propri “disastri”, soprattutto per la banalizzazione dell'ambiente acquatico (**fig. 45**; in alto). Una attenta valutazione delle modalità di intervento, considerando con attenzione alcuni semplici particolari, porterebbe a risultati opposti, in qualche caso migliorativi rispetto alla situazione iniziale (**fig. 45**; in basso e **fig. 46**). Un aspetto importante riguarda la vegetazione riparia che svolge un ruolo strategico nel controllo dell'erosione. Essa consolida le sponde con le radici ed è un efficace dissipatore di energia delle acque in piena. Le fronde e le radici scoperte non sono oggetti rigidi come un masso o un prisma di cemento; esse, coinvolte dalle correnti in seguito all'innalzamento dei livelli idrici, si “muovono” e oscillano come i rami esposti al vento. Ma è l'acqua che li fa muovere consumando energia in misura superiore rispetto al lavoro necessario per spostare oggetti rigidi. La vegetazione riparia è il mezzo migliore che la Natura offre al fiume per resistere alla furia devastante delle piene:

favorire lo sviluppo della vegetazione riparia naturale è uno dei sistemi più efficaci per il controllo del dissesto idrogeologico.

PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA. Come sopra accennato le briglie costituiscono importanti interruzioni della continuità biologica longitudinale, parzialmente risolvibile con la predisposizione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna o meglio ancora con la realizzazione delle rampe di pietra. Tale problema (e forse in misura più rilevante, soprattutto nelle principali vallate ed in pianura) si riscontra anche per le traverse di derivazioni idriche (**fig. 37**). Per quanto attiene le caratteristiche tecniche dei passaggi artificiali per l'ittiofauna, occorre fare riferimento alla Delibera della Giunta Provinciale di Torino n. 746 - 151363 del 18 giugno 2000 (**ALLEGATO UNO**). Ma occorre precisare che tali soluzioni costituiscono, quasi sempre, una mitigazione di impatto, cioè solo una "attenuazione" degli effetti negativi sull'ittiofauna. In molti casi è possibile realizzare, in alternativa, una soluzione che è possibile definire la migliore: un *ruscello laterale che agisca da by-pass rispetto all'opera trasversale* (**fig. 47**). Purtroppo si tratta di una tipologia di intervento che non trova facile consenso tra i progettisti, anche e soprattutto perché richiede una occupazione di suolo di una certa consistenza ai margini del fiume presso il sito ove è prevista la realizzazione della traversa. Si tratta di una soluzione molto più praticabile di quanto si possa pensare. Di nuovo ci si confronta con l'inerzia dei progettisti, spesso troppo abituati ad insistere sulle strutture tradizionali. Merita, a questo proposito, segnalare il progetto (sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale) relativo alla centrale idroelettrica ex - Cima sulla Dora Baltea a Strambino (EDIL-SAMAR di Torino, 2002 - 2003) che ha previsto, sulla sponda destra, proprio un piccolo fiume artificiale, in sostituzione del classico passaggio artificiale sulla traversa di derivazione. Tale soluzione è forse la migliore per risolvere il grave problema relativo alla traversa AEM di La Loggia sul fiume Po, responsabile della probabile scomparsa della lasca (*Chondrostoma genei*) a monte.

Fig. 46 - A sinistra è rappresentato un **cuneo frangicorrente**. Esso va appoggiato sul fondale con il vertice a monte a deviare la corrente d'acqua lungo i fianchi (dove aumenta di velocità), formando una zona d'acqua calma nell'angolo interno e qualche vortice immediatamente a valle. Esso è realizzato con gabbioni (con ciottoli a granulometria massima possibile). Le dimensioni dei gabbioni possono essere diverse in funzione delle esigenze pratiche di cantiere; l'altezza deve essere prossima a quella del battente idrico di magra, così da emergere leggermente nelle situazioni con scarse portate. In alternativa si utilizzano cunei frangicorrente mediante l'utilizzo di massi. A destra è rappresentato un tratto di fiume con sponde rinforzate con massi (fra i quali si formano rifugi per l'ittiofauna). Il flusso idrico viene complicato con isolotti di massi (**A**) e cunei frangicorrenti realizzati con gabbioni (**B**) e con massi (**C**). Si tratta di soluzioni che, insieme ai pennelli, consentono di diversificare notevolmente l'insieme dei microambienti acquatici.



CANTIERI E MOVIMENTI DI TERRA. Molta attenzione è stata rivolta alle strutture utili al controllo del rischio idrogeologico, in termini di forme e dimensioni (scogliere, briglie, rettificazioni,...), valutandone gli effetti una volta realizzate. Ma è necessario considerare con molta attenzione anche le modalità di svolgimento dei cantieri, a cui si è accennato più volte nei capitoli precedenti. Si ritiene importante sottolineare questo aspetto, in quanto le conseguenze negative di una cattiva conduzione dei cantieri stessi possono risultare rilevanti sulla fauna acquatica. In primo luogo, come già precedentemente sottolineato, occorre evitare di introdurre macchine e mezzi in alveo senza preventivi interventi di recupero dell'ittiofauna. Inoltre è importante evitare una forma di inquinamento subdola e frequentemente troppo poco considerata: l'*intorbidimento delle acque*.

Quando si rileva questo fenomeno spesso la risposta dei gestori dei cantieri è la seguente: "è solo acqua sporca di terra", considerando la torbidità indotta dalla movimentazione dei materiali litoidi, conseguente all'azione delle ruspe, come una situazione che, in fondo, è del tutto simile a quanto avviene in occasione dei fenomeni di piena, che comunque si verificano in natura. In realtà la presenza di particelle detritiche fini (sabbia e soprattutto argilla) agisce come un vero e proprio abrasivo nei confronti dei delicati apparati

respiratori degli organismi acquatici; questi si difendono cercando riparo nei rifugi e comunque le manifestazioni di piena sono occasionali e assai ridotte nel tempo, quindi con conseguenze limitate.

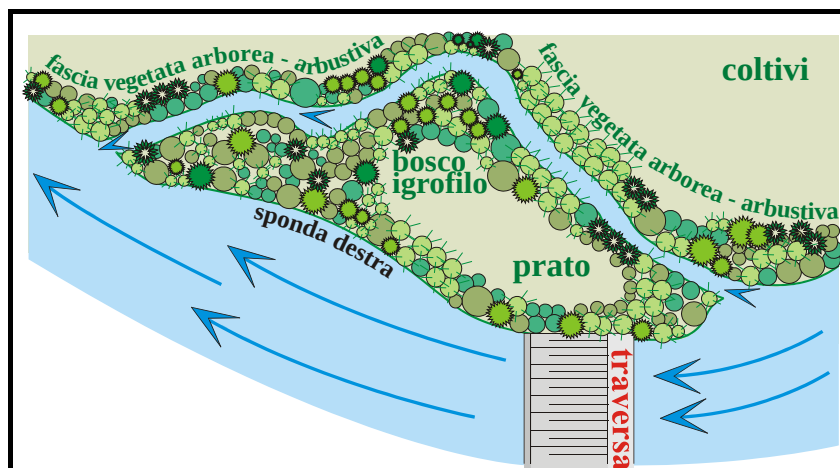


Fig. 47 - La soluzione ideale per mitigare l'interruzione della continuità biologica longitudinale su un corso d'acqua interessato da una traversa di derivazione idrica è la realizzazione di un ruscello artificiale che agisca da by-pass rispetto all'opera stessa. Si tratta di un canale predisposto in modo tale da assumere l'aspetto di un piccolo fiume con caratteristiche naturali: granulometria molto eterogenea dei materiali del letto fluviale, ampie variazioni delle condizioni idrauliche (velocità di corrente, battente idrico, perimetro bagnato,...),

con ostacoli di varia natura (massi, tronchi,...) al fine diversificare al massimo i microambienti e di creare rifugi per i pesci. Tale ruscello artificiale è caratterizzato da un buon sviluppo longitudinale, fondamentale per attenuare la pendenza, solitamente il parametro più critico nella progettazione dei passaggi tradizionali. L'impianto di abbondante vegetazione riparia arborea ed arbustiva (con le specie indicate in **tab. 4**) consente una buona ombreggiatura, condizione adatta alle comunità acquatiche.

Molto diversa è la situazione di persistenza del fenomeno, per settimane ed anche mesi, con conseguenze nefaste per le cenosi acquatiche. Inoltre bisogna considerare che, durante le piene, per effetto della maggiore velocità di corrente, il carico detritico è responsabile dell'erosione che comporta l'ulteriore movimentazione di materiali (**fig. 10**), buona parte dei quali va a costituire depositi limosi nei corpi idrici principali del reticolo idrografico di bassa pianura. L'intorbidimento artificiale delle acque avviene anche e soprattutto durante le fasi di magra, il periodo migliore per le attività di cantiere. In tali situazioni le acque sono meno veloci e di conseguenza si determinano consistenti depositi di materiali fini che vanno ad occludere gli intersitizi fra i clasti più grossolani, in parte cementandoli e quindi sottraendo spazio agli organismi macrobentonici. Inoltre uova di pesci e le larve meno mobili vengono letteralmente sepolte da sedimento fine che, tra l'altro, va a costituire un substrato del tutto inidoneo.

Per risolvere tali problemi basta molto poco, con scarsa incidenza economica e temporale per quanto attiene le attività in alveo. È sufficiente un diverso approccio nella conduzione dei cantieri, semplicemente ponendo attenzione a muovere i mezzi e le ruspe in modo da non "sporcare" l'acqua. A questo proposito la perizia dei palisti, precedentemente descritta, costituisce già un evidente vantaggio. La delicatezza e la precisione con le quali sanno spostare massi di grandi dimensioni è utile anche per evitare di intorbidire l'acqua. Ma la tecnica più efficace consiste nel deviare il flusso idrico principale in modo da lavorare all'asciutto nella porzione di alveo soggetta ai lavori. È soltanto una questione di attenzione e di sensibilità, evitando così molti problemi e senza incrementi dei costi.



SERVIZIO TUTELA DELLA FAUNA E DELLA FLORA

ALLEGATO UNO

**CRITERI TECNICI PER LA PROGETTAZIONE E
REALIZZAZIONE DEI PASSAGGI ARTIFICIALI
PER L'ITTIOFAUNA**

Delibera Giunta Provinciale di Torino n. 746 - 151363/2000 del 18 luglio 2000.

1 - PREMESSA

Le presenti istruzioni sono valide per tutte le situazioni in cui l'Amministrazione Provinciale, nell'esercizio delle sue funzioni, nell'ambito delle norme vigenti e salvo deroghe, prevede la realizzazione di passaggi artificiali per l'ittiofauna in corrispondenza di opere di sbarramento che costituiscono interruzioni della continuità longitudinale fisica e biologica dei corsi d'acqua. Esse si applicano in particolare nelle seguenti situazioni¹:

- **interventi di manutenzione straordinaria di opere di sbarramento realizzate per fini di sistemazione idraulica** (predisposizione del passaggio);
- **realizzazione di nuove opere di sbarramento da realizzare per fini di sistemazione idraulica** (con progetti in data successiva a quella dell'approvazione del presente regolamento; progettazione contestuale del passaggio);
- **interventi di manutenzione straordinaria di opere di sbarramento realizzate per captazioni e/o ritenzioni idriche per qualunque uso** (predisposizione del passaggio);
- **realizzazione di nuove opere di sbarramento da realizzare nell'ambito di richieste di nuove concessioni per derivazioni e/o ritenzioni idriche** (progettazione contestuale del passaggio);
- **domande di rinnovo e/o di sanatoria per concessioni di derivazioni e/o ritenzioni idriche** (predisposizione del passaggio).

2 - CARATTERI GENERALI (definizioni e prescrizioni)

2.1 - Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è un'opera utile a consentire a **tutti i pesci** (indipendentemente dalle specie, avannotti o adulti di qualsiasi dimensioni) il superamento di un qualunque sbarramento su un corso d'acqua che costituisca una interruzione della continuità longitudinale e quindi un ostacolo alle migrazioni, sia per fini trofici, sia per fini riproduttivi.

2.3 - La progettazione del passaggio artificiale per l'ittiofauna, nel caso di nuove realizzazioni, deve essere contestuale alla progettazione dell'opera di sbarramento in modo da considerare le esigenze imposte sia dall'idraulica, sia dalla biologia.²

2.3 - I progetti relativi ai passaggi artificiali per l'ittiofauna devono essere elaborati dettagliatamente e descritti sia con disegni in grande scala, sia con approfondite relazioni indicanti i calcoli idraulici utilizzati per il dimensionamento del passaggio stesso, i materiali utilizzati per la realizzazione, le soluzioni tecniche adottate per il rispetto delle condizioni imposte dal presente paragrafo e le attività connesse con il monitoraggio della funzionalità e con gli interventi di manutenzione. Tali progetti devono essere redatti da laureati in discipline tecnico - scientifiche ad indirizzo naturalistico, in possesso di un curriculum professionale e di studi nel campo idrobiologico, ittologico, idraulico, botanico e dell'ingegneria naturalistica o da un pool di esperti in suddette materie. I pareri favorevoli (relativi ai progetti di cui al presente punto ed a quello precedente) da parte dell'Amministrazione Provinciale costituiscono una condizione necessaria per l'autorizzazione alla realizzazione o agli interventi di manutenzione di una qualsiasi opera di sbarramento su qualunque corso d'acqua, sia per la sistemazione idrogeologica, sia per captazioni e/o ritenzioni idriche per qualunque uso; nel caso di queste ultime diventa condizione necessaria per le concessioni di derivazione d'acqua.

2.4 - Per le concessioni di cui al precedente punto deve essere previsto, sul disciplinare, una clausola di impegno del concessionario, di non meno di 5 anni a partire dalla data di approvazione del disciplinare stesso, a predisporre varianti al dispositivo di risalita nei casi in cui i competenti Servizi della Provincia, con apposita relazione scritta da competente personale nel settore faunistico e/o idrobiologico ed idraulico, dovessero riscontrare difetti nella funzionalità del passaggio. In qualsiasi caso il concessionario deve provvedere alla manutenzione dell'opera al fine di garantirne l'efficacia. Una simile procedura deve essere applicata anche nel caso di opere di sistemazione idrogeologica.

2.5 - Il passaggio artificiale per l'ittiofauna deve essere realizzato in modo da costituire una situazione di deflusso idrico che indirizzi i pesci verso il suo ingresso (da monte e soprattutto da valle) non appena questi

¹ Per tutti gli altri casi valgono le norme vigenti.

² È doveroso riconoscere le difficoltà, talora insuperabili, nel predisporre un passaggio artificiale, per adattamento ad un'opera preesistente, concepita senza considerare le caratteristiche funzionali che tale passaggio deve possedere per essere adatto alle necessità dell'ittiofauna.

siano giunti a ridosso dell'ostacolo. Il criterio principale per conferire l'*attrattività* del dispositivo di passaggio è costituito dalla portata "**Q_{PAI}**" (portata per il **Passaggio Artificiale** dell'**Ittiofauna**) che deve costituire il filone di corrente principale quando la portata che supera l'ostacolo è pari (o intorno) alla "**q₃₅₅**" (portata di durata pari a 355 giorni; condizioni di magra normale)³.

2.6 - Per le opere di sbarramento realizzate ai fini del regime idraulico (esempio briglie) e per le traverse realizzate per captazioni e/o ritenzioni, la "**Q_{PAI}**" (l/s) viene determinata mediante le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} Q_{PAI} &\geq 600 + 0,9 \cdot (Q_{DMV} - 600)^{0,8} && \text{per } Q_{DMV} > 600 \text{ l/s} \\ Q_{PAI} &= Q_{DMV} && \text{per } Q_{DMV} \leq 600 \text{ l/s} \end{aligned}$$

La portata "**Q_{DMV}**" (portata di **Deflusso Minimo Vitale**; l/s) è determinata secondo le "*Istruzioni Tecniche*" della Regione Piemonte (1994)⁴ e da eventuali norme successive. In qualsiasi caso **Q_{PAI} non potrà essere inferiore a 50 l/s.**⁵

2.7 - Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è un canale appositamente realizzato che deve essere dimensionato in modo da rispettare alcune condizioni limiti:

2.7.1 - il canale può avere sezione di forma rettangolare con base "**b ≥ 4·h**", dove "**h**" è la profondità dell'acqua in funzione della portata "**Q_{PAI}**";

2.7.2 - la sezione del canale può avere altre forme purché con base (letto bagnato) ampiamente superiore alla profondità (altezza sponde bagnate);

2.7.3 - la portata del canale non deve essere inferiore alla **Q_{PAI}** di cui al precedente **punto**;

2.7.4 - la velocità della corrente, in corrispondenza di ogni sezione e/o di passaggio (vena stramazzante, luce sottobattente, percorsi tortuosi,...) del canale (comprese quelle di accesso da monte e da valle), ad esclusione delle situazioni idrologiche di morbida e/o di piena, è quella massima sostenibile in base alle capacità natatorie dell'ittiofauna **V_{max-i} ≤ 1,5 m/s**;

2.7.5 - al fine di ottenere la massima riduzione della velocità di corrente in prossimità immediata del fondo e delle pareti dell'alveo del canale (necessaria per gli spostamenti dei pesci, soprattutto di quelli di minori dimensioni), occorre ricorrere ad ipotesi progettuali che prevedano soluzioni tecniche e materiali di impiego per la realizzazione del canale stesso, in grado di garantire la massima scabrezza;

2.7.6 - la pendenza (**K**) del passaggio viene definita dal rapporto fra l'altezza (**H**; m), espressa come differenza fra le quote del pelo libero dell'acqua a monte e a valle del passaggio stesso ed il suo sviluppo planimetrico (**L**; m); il valore di "**K**" viene determinato in riferimento ai limiti indicati ai precedenti **punti 2.7.1 ÷ 2.7.5**. In qualsiasi caso deve essere **K = H/L ≤ 0,15**.

2.8 - Tutto il canale deve essere a "*pelo libero*". Nessuna parte di esso (ed in particolar modo le sezioni di accesso da monte e da valle) potrà essere realizzato (ad esclusione di eventuali luci sottobattente) con tratti, per quanto brevi, con tipologie assimilabili a condotte, canali coperti in pressione, bocche,...

2.9 - Nessuna parte, per quanto limitata, dell'opera costituente il passaggio potrà essere connessa con eventuali dispositivi funzionali per regolazioni idrauliche (derivatori, saracinesche, sghiaiatori, vasche di carico,...).

2.10 - L'accesso da monte dovrà essere completamente libero e privo di meccanismi per regolazioni idrauliche. Il dimensionamento della sezione di accesso deve essere tale da garantire comunque le condizioni di cui al **punto 2.7**.

2.11 - Il passaggio artificiale deve essere realizzato in modo da facilitare, per quanto possibile, tutti gli interventi di manutenzione necessari al mantenimento della massima funzionalità.

2.12 - La sezione di accesso al passaggio da monte deve essere realizzata, per un tratto di lunghezza minima indispensabile, con profilo rettangolare, dimensionato come indicato ai **punti 2.7.1 e 2.7.2** ed in modo tale da garantire il defluire regolare della **Q_{PAI}**. In corrispondenza della parete laterale più visibile di detta

³ La determinazione della "**q₃₅₅**" viene effettuata mediante elaborazione dei dati forniti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale oppure, in assenza di rilevazioni dirette effettuate per periodi di osservazione significativi, secondo il metodo proposto dalla Regione Piemonte (1989) con la "*Indagine conoscitiva e progetto generale di fattibilità per un sistema di monitoraggio idrometrico inerente il reticolo idrografico superficiale piemontese*" (Assessorato Ambiente - ENEL/DSR/CRIS - HYDRODATA/Torino) oppure in base ai metodi di calcolo previsti dai "*Criteri tecnici*" di cui alla nota seguente.

⁴ REGIONE PIEMONTE, 1994. *Criteri tecnici per il rilascio ed il rinnovo delle concessioni di derivazioni d'acqua da corsi d'acqua da utilizzare nell'esercizio delle funzioni regionali in materia di utilizzazioni idriche e nell'esercizio da parte delle Province delle funzioni di cui alla L.R. 13.4.1994 n. 5*. Assessorato Ambiente, Torino.

⁵ La **Q_{DMV}** costituisce il valore di riferimento per la determinazione della **Q_{PAI}** anche per le opere di sbarramento per il controllo del regime idraulico.

sezione, al fine di facilitare i controlli da parte del personale di vigilanza o di un qualunque cittadino, deve essere riportato un segnale chiaro indicante il livello minimo (**h**) corrispondente alla **Q_{PAI}**.

2.13 - Al fine di migliorarne la funzionalità, rendendo il passaggio stesso più attraente per l'ittiofauna, occorre provvedere alla sistemazione e rinaturalizzazione della sponda fluviale, per il tratto che si affaccia sulla scala di risalita, prevedendo la piantumazione di specie arbustive e/o arboree locali appartenenti ai generi *Salix*, *Alnus*, ecc... (il botanico che si occuperà della stesura di questa parte del progetto individua le specie arbustive e/o arboree autoctone idonee, in funzione della fascia altimetrica interessata alle opere) le quali, oltre a contribuire alla difesa spondale in quel tratto, offrono ombra e cibo ai pesci, favorendone la risalita.

2.14 - In sede di progettazione e di istruttoria e di esami dei progetti non sono da escludere soluzioni che implichino parametri diversi da quelli prescrittivi illustrati nei precedenti articoli del presente regolamento. Tuttavia ogni ipotesi progettuale alternativa dovrà essere corredata da specifiche relazioni (sottoscritte da laureati in discipline tecnico - scientifiche ad indirizzo naturalistico in possesso di un curriculum professionale e di studi nel campo idrobiologico, ittologico, idraulico, botanico e dell'ingegneria naturalistica o da un pool di esperti in suddette materie) atte a dimostrare la migliore efficacia del passaggio artificiale dell'ittiofauna rispetto a quanto indicato al **punto 2.1**. In qualsiasi caso la verifica dei competenti Servizi della Provincia costituisce una condizione per l'assenso alla realizzazione dell'opera di captazione idrica (e/o di ritenzione) o di regimazione idraulica.

3 - DEROGHE

3.1 - La realizzazione del passaggio artificiale per l'ittiofauna costituisce una condizione indispensabile per la concessione e/o rinnovo delle captazioni e/o ritenzioni idriche per qualunque uso (idroelettrico, irriguo, zootecnico, industriale, potabile...). Nei casi in cui la tipologia delle opere e/o la morfologia dell'alveo non consentano la realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna, **sono possibili deroghe esclusivamente per gli usi potabili e per le situazioni di rilevante interesse economico - produttivo strategico**; tali situazioni saranno individuate dal regolamento provinciale in materia di concessioni di derivazioni idriche sulla base degli esiti dei rapporti di sintesi dei piani d'uso delle acque dei bacini della Provincia di Torino (Delibera G.P. 128-182882/94 del 1/7/94).

3.2 - **Tutti i progetti relativi ad interventi negli alvei dei corsi d'acqua naturali per il controllo dell'assetto idrogeologico** (che comportano l'interruzione della continuità longitudinale) **devono essere sottoposti a valutazione da parte della Provincia. La realizzazione del passaggio artificiale per l'ittiofauna costituisce una condizione indispensabile** per l'approvazione di progetti di realizzazione di opere negli alvei dei corsi d'acqua naturali. Nei casi in cui la tipologia delle opere e/o la morfologia dell'alveo non consentano la realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna, **sono possibili deroghe esclusivamente per le situazioni caratterizzate da elevato rischio idrogeologico**; queste devono essere dettagliatamente documentate con apposita relazione da allegare al progetto e firmata da tecnici con adeguate competenze in merito.

3.3 - Nelle sempre dell'applicazione dei piani d'uso delle acque dei bacini della Provincia di Torino di cui al **punto 3.1** ed in tutti i casi non rientranti nella tipologia di opere di cui al **punto 3.2**, sono previste deroghe nei casi in cui siano presenti, in alveo, entro un tratto compreso entro 100 metri a monte ed a valle dell'opera di derivazione e/o ritenzione idrica o per il controllo dell'assetto idrogeologico, ostacoli "*naturali*" invalicabili per qualunque specie ittica e di qualunque taglia; tale situazione deve essere oggetto di precisa relazione firmata da un ittologo in possesso di idoneo curriculum formativo e professionale, da redarre in fase di progettazione e da sottoporre a verifica ed approvazione da parte della Provincia.

3.4 - Eventuali deroghe potranno essere concesse solo ed esclusivamente dall'Amministrazione Provinciale su propria iniziativa o su eventuale richiesta di terzi pubblici e/o privati nel caso in cui la realizzazione del passaggio artificiale per l'ittiofauna costituisca un danno evidente alla qualità del paesaggio o alla fruizione turistica e/o sportiva della fascia di pertinenza fluviale.

3.5 - Deroghe rispetto ai valori limiti inferiore della "**Q_{PAI}**" e superiori della "**V_{max-i}**" e di "**K**", si possono prevedere a condizione che valori diversi rispetto a quelli indicati siano in grado di garantire la funzionalità dei passaggi per l'ittiofauna. In sede di progettazione e di istruttoria è compito della Provincia la verifica dei progetti che, in tali situazioni, dovranno essere corredata da specifiche relazioni (firmate da laureati in discipline tecnico - scientifiche ad indirizzo naturalistico, in possesso di un curriculum professionale e di studi nel campo idrobiologico ed ittologico) attestanti la funzionalità dei passaggi.

3.6 - Possono essere previste deroghe rispetto al **punti 2.9 e 2.10** del precedente paragrafo nelle situazioni in cui le eventuali connessioni dei dispositivi per il passaggio artificiale con quelli funzionali per le regolazioni idrauliche siano inevitabili in base alle tipologie delle opere di sbarramento (che tecnicamente non consentono soluzioni diverse) ed alle condizioni di sicurezza idrogeologica. Soluzioni diverse devono comunque garantire la funzionalità del dispositivo per il passaggio dell'ittiofauna secondo quanto previsto al **punto 2.1**. Analogamente a quanto previsto per le deroghe di cui al **punto 3.5**, in sede di progettazione e di istruttoria è compito della Provincia la verifica dei progetti che, in tali situazioni, dovranno essere corredati da una specifiche relazioni (firmate da laureati in discipline tecnico – scientifiche ad indirizzo naturalistico, in possesso di un curriculum professionale e di studi) attestanti la funzionalità dei passaggi.

4 - CARATTERI PARTICOLARI (indicazioni)

Le tipologie di passaggi artificiali per l'ittiofauna sono assai numerose. A livello progettuale, per la massima coerenza con le prescrizioni sopra descritte, si possono prevedere soluzioni anche molto diverse a seconda delle situazioni. Tuttavia, rispetto a quanto conosciuto, si ritiene utile fornire un breve elenco con il quale si indicano alcuni tipi, in funzione della possibile efficacia, in ordine di preferenza:

- **canale artificiale aggirante l'ostacolo;**
- **canale artificiale sull'ostacolo;**
- **passaggio a rallentamento;**
- **passaggio a bacini;**
- **passaggio a chiuse.**

4.1 - Canale artificiale aggirante l'ostacolo. E' un passaggio cosiddetto "rustico" che congiunge i due tronchi del corso d'acqua, a monte e a valle dello sbarramento, per mezzo di un canale scavato in corrispondenza di una delle due rive con pareti e fondo provvisti di elevata rugosità e ostacoli che permettono una sorta di ricostruzione dell'ambiente di un ruscello naturale. Si tratta della tipologia più efficace in quanto, sfruttando la possibilità di predisporre gli accessi da monte e da valle anche molto distanziati, è possibile ottenere pendenze intorno a pochi centesimi (pochi punti %). Inoltre le possibilità di ricostruire l'ambiente naturale con buona facilità (per esempio la vegetazione sulle rive) permette di realizzare situazioni idonee addirittura alla colonizzazione da parte dei pesci, oltre a facilitarne ovviamente il trasferimento.

4.2 - Canale artificiale sull'ostacolo. Non sempre esistono le condizioni per la realizzazione di un passaggio del tipo descritto al precedente punto. In molte situazioni non rimane altra possibilità che quella di prevedere l'utilizzo dell'opera di sbarramento. In alcuni casi, quando l'altezza dello stesso non è eccessiva, è possibile predisporre un semplice canale che altro non è se non una semplice "incisione" sullo sbarramento. Se la pendenza è contenuta entro il valore 0,05 diventa relativamente facile soddisfare le condizioni precedentemente illustrate. Le opere di sbarramento concepite con le tecniche della bioingegneria naturalistica, in genere, si prestano bene per la realizzazione di una simile tipologia (un caso evidente è rappresentato dalle rampe di pietrame).

4.3 - Passaggio a rallentamento. E' una complicazione della struttura di cui al precedente punto. In molti casi non è possibile contenere la pendenza entro il valore 0,05 con l'intento di realizzare un passaggio dimensionato in modo tale da rispettare le condizioni geometriche ed idrauliche prescrittive. Lungo il canale quindi si dispongono sul fondo e/o sulle pareti una serie di deflettori, di forma più o meno complessa, destinati a ridurre le velocità medie di scorrimento dell'acqua nelle diverse sezioni lungo il passaggio. Si è verificata una buona efficacia quando i deflettori vengono disposti perpendicolarmente allo sviluppo longitudinale del passaggio, sovrapposti in corrispondenza del suo centro e con un gomito rivolto verso monte. Molto utile si rivela la disposizione di grossi massi nelle zone di rallentamento della corrente; essi offrono rifugio ai pesci. Dalle esperienze fin qui maturate tuttavia il rispetto delle condizioni idrauliche sopra descritte risulta possibile con pendenze inferiori a 0,1.

4.4 - Passaggio a bacini. Per pendenze superiori le precedenti tipologie si rivelano, in genere, insufficienti. In questi casi si ricorre al tipo di passaggio usato più frequentemente. L'altezza da superare è suddivisa in una serie di piccole cascatelle che alimentano altrettanti bacini comunicanti tra loro per mezzo di stramazzi stretti o larghi, di orifici o fenditure verticali. I bacini servono ad un duplice scopo: da zone per il riparo eventuale dei pesci e per l'assorbimento dell'energia dell'acqua scorrente lungo il passaggio. Il limite principale di tale tipologia è rappresentato dall'altezza delle cascatelle, che dovrebbe essere tale da

consentire facilmente la risalita di tutti i pesci di qualunque dimensione e specie. È difficile stabilire il valore massimo dell'altezza delle cascatelle; in sede progettuale conviene dare molta importanza alle soluzioni tecniche che implicino la massima riduzione di tale valore.

4.5 - Soluzioni miste. Non si escludono soluzioni intermedie, che utilizzano cioè tecniche costruttive assimilabili a più modelli fra quelli sopra descritti o ad altri ancora nell'intento di conseguire i principali obiettivi che sono: garantire la portata minima indispensabile per la massima efficacia del passaggio, ridurre la velocità massima della corrente e predisporre zone di sosta e di rifugio per i pesci.

4.6 - Passaggio a chiuse. Funziona quasi con lo stesso principio della chiusa per la navigazione. I pesci vengono catturati in un comparto e poi richiusi come avviene per i battelli. Vengono quindi trasportati a monte sia per via d'acqua, sia mediante veri e propri ascensori. Si tratta di un tipo di soluzione adottata per il superamento di ostacoli troppo elevati (es. dighe) utile per determinati ambienti caratterizzati dalla presenza di ittiofauna di elevato valore naturalistico ed economico (es. salmoni). Si ritiene che nel nostro territorio non vi siano situazioni adatte per questa tipologia di opera (valgono le deroghe di cui ai punti 3.1 e 3.2).

5 - LA SUPERFICIE DELL'ALVEO DEL PASSAGGIO ARTIFICIALE

Le caratteristiche della superficie del canale costituente il passaggio artificiale rivestono grande importanza nella sua funzionalità. La condizione per cui la corrente nel canale deve possedere una velocità massima $V_{\max-i} \leq 1,5 \text{ m/s}$ affinché possa essere risalita dai pesci di qualunque specie e dimensioni non è, in genere, sufficiente, da sola, a garantire la funzionalità del passaggio; ciò è tanto più vero quanto maggiore è la lunghezza del canale. Questo infatti non solo deve essere "attraente" in corrispondenza delle sezioni di accesso da monte e soprattutto da valle, ma lo deve essere anche in tutto il suo percorso. A tal fine sono fondamentali i seguenti accorgimenti:

- le superfici dell'alveo artificiale bagnato devono essere rese simili a quelle di un alveo naturale;
- la scabrezza e la presenza di ostacoli di varia natura sulle superfici delle pareti e soprattutto del fondo del canale contribuiscono a diminuire la velocità di corrente in prossimità delle stesse permettendo quindi ai pesci, nuotando rasente al fondo, di contenere, entro limiti accettabili, il consumo energetico necessario per superare l'ostacolo;
- tali ostacoli inoltre, se ben collocati e distribuiti, possono costituire ambiti nei quali i pesci possono rifugiarsi per percorrere tutto lo sviluppo longitudinale del canale in tappe diverse.

Nel caso in cui il canale venga realizzato con l'uso esclusivo di materiali naturali con le tecniche della ingegneria naturalistica (terra, massi, legnami, vegetazione, ecc...) in genere le condizioni sopra elencate sono ben soddisfatte. Diversi sono i casi in cui si ricorre all'uso di materiali da costruzione fra i quali, come frequentemente accade, il calcestruzzo. Occorre evitare che, in simili situazioni, il passaggio artificiale assuma l'aspetto di un "corridoio" con pareti più o meno lisce. Il problema può essere risolto (almeno parzialmente) ponendo, sulle pareti e soprattutto sul fondo, a cemento fresco, ghiaia molto grossolana insieme a massi di varie dimensioni (anche di qualche decimetro) in modo che la superficie assuma l'aspetto di un fondale naturale. Il cemento stesso può essere utilizzato per la realizzazione di piccoli scalini (di altezza indicativamente non superiore ai 20 cm), transetti di pochi centimetri di altezza e quant'altro possa servire per rendere irregolare le superfici, sia per creare turbolenze e zone di calma che per "rompere" i filetti di corrente radenti il fondo. In sede di progettazione occorre prevedere nel dettaglio tali caratteristiche in modo che diventino elementi essenziali del corretto dimensionamento della sezione del canale artificiale.



SERVIZIO TUTELA DELLA FAUNA E DELLA FLORA

ALLEGATO DUE

**CRITERI TECNICI PER LA PROGETTAZIONE DI
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA**

1 - PREMESSA

Rispetto al problema del controllo dell'assetto idrogeologico dei fiumi, gestito in modo da evitare gravi danni all'ambiente in seguito ad interventi di sistemazione idraulica, in alcune regioni italiane (Piemonte compreso) ed in gran parte dell'Europa e soprattutto nelle aree protette, si sono maturate esperienze positive che meritano di essere sperimentate. Pertanto si è ritenuto opportuno riportare, nel seguito, una serie di indicazioni (esprese sotto forma di elenco di indicazioni tecniche) che potrebbero ispirare, nel loro insieme e con eventuali modifiche e/o aggiunte, una sorta di modello di regolamento (e/o dichiarazione di intenti) che una qualunque amministrazione potrebbe adottare per il territorio di competenza. Oppure potrebbe costituire un documento tecnico privo di potere normativo, ma utile per la consultazione ai fini di fornire indicazioni per la redazione progettuale di interventi di sistemazione idraulica.

2 - NORME TECNICHE

1. La tutela del reticolo idrografico naturale superficiale costituisce uno degli obiettivi più importanti di una qualunque amministrazione; da essa dipende, in modo evidente, la conservazione e la valorizzazione dell'insieme degli ambienti fluviali in senso stretto e delle fasce riparie in senso lato, con particolare riferimento alle cenosi, acquatiche e terrestri.
2. L'insieme dei microambienti tipici delle fasce fluviali costituisce un mosaico complesso in stretta relazione con le caratteristiche dei regimi idrologici dei fiumi. Il "lavoro" dell'acqua ed in particolare l'alternanza delle fasi idriche di magra, di morbida e di piena, conferisce al paesaggio caratteristiche particolari, determinando condizioni idonee per la presenza di una flora e di una fauna costituenti un patrimonio di alto valore naturalistico.
3. La tutela degli ecosistemi fluviali comporta quindi anche e soprattutto una migliore gestione delle risorse idriche (in particolare durante le fasi idrologiche di magra) e la conservazione, per quanto possibile e compatibilmente con le condizioni di sicurezza idraulica, della naturalità degli alvei (in particolare durante le fasi idrologiche di piena).
4. La garanzia di deflussi minimi garantiti negli alvei fluviali costituisce la più efficace azione di tutela degli ecosistemi fluviali. Tale aspetto è coerente con l'art. 3 della L. 183/89¹, con l'art. 5 del D.L. 275/93², con l'art. 3 della L. 36/94³ e con l'art. 22 del D.L. 152/99⁴. Pertanto si ritiene di fondamentale importanza la previsione dei Deflussi Minimi Vitali (DMV) per tutte le derivazioni idriche. Ma i Deflussi Minimi Vitali rappresentano situazioni comunque critiche che possono essere sostenute in condizioni più vicine possibile a quelle naturali degli alvei.

¹ Che cita i settori di intervento relativi alle "attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione"; fra gli altri vengono citati: alla lettera h) il "risanamento delle acque superficiali e sotterranee allo scopo di fermare il degrado e, rendendole conformi alle normative comunitarie e nazionali, assicurarne la razionale utilizzazione per le esigenze della alimentazione, degli usi produttivi, del tempo libero, della ricreazione e del turismo, mediante opere di depurazione degli effluenti urbani, industriali ed agricoli e la definizione di provvedimenti per la trasformazione dei cicli produttivi industriali ed il razionale impiego di concimi e pesticidi in agricoltura"; alla lettera i) "la razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con una efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso vitale negli alvei sottesi, nonché la polizia delle acque"

² "Il provvedimento di concessione tiene conto del minimo deflusso costante vitale da assicurare nei corsi d'acqua; ove definito, delle esigenze di tutela della qualità e dell'equilibrio stagionale del corpo idrico, delle opportunità di risparmio, riutilizzo e riciclo della risorsa, adottando le disposizioni del caso anche come criteri informativi del relativo disciplinare...."

³ "...nei bacini idrografici caratterizzati da consistenti prelievi o da trasferimenti, sia a valle che oltre la linea di displuvio, le derivazioni sono regolate in modo da garantire il livello di deflusso necessario alla vita negli alvei sottesi e tale da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati".

⁴ Al comma 5 si cita: "tutte le derivazioni di acqua comunque in atto alla data di entrata in vigore del presente decreto sono regolate dall'autorità concedente mediante la previsione di rilasci volti a garantire il minimo deflusso vitale nei corpi idrici come previsto dall'art.3della Legge 183 del 1989 e dall'art. 3 della Legge 36 del 5 gennaio 1994, senza che ciò possa dar luogo alla corresponsione di indennizzi da parte della pubblica amministrazione, fatta salva la relativa riduzione del canone di concessione".

5. Qualsiasi intervento in alveo (sistemazioni idrauliche, realizzazione di traverse e/o di sbarramenti, manutenzione delle opere di difesa,...) deve essere preceduto da comunicazione scritta (o via fax) presso il competente Settore Tutela della Fauna e della Flora della Provincia, affinché sia possibile l'organizzazione delle attività di recupero dell'ittiofauna nelle aree oggetto dei lavori.
6. Fondamentale risulta garantire la continuità longitudinale dei corsi d'acqua anche e soprattutto per consentire le migrazioni trofiche e riproduttive dell'ittiofauna. Le opere (fisse e provvisorie) disposte lungo le aste fluviali devono prevedere i passaggi artificiali per l'ittiofauna, ai sensi dell'*art. 6 del R.D. 1486/1914* e dell'*art. 10 del T.U. 1604/1931*⁵ e di quanto in tal senso ribadito con la Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Po 7/94 del 27 gennaio 1994⁶. Per quanto attiene le caratteristiche tecniche di tali passaggi artificiali, si fa riferimento alla Delibera della Giunta Provinciale di Torino n. 746 - 151363 del 18 giugno 2000 riguardante i "*criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna*" (**ALLEGATO UNO**).
7. La previsione del Deflusso Minimo Vitale è utile per garantire una disponibilità idrica negli alvei fluviali comunque in condizioni critiche. Tale disposizione può rivelarsi del tutto inutile se non si conservano minime condizioni di naturalità degli stessi alvei. Pertanto qualsiasi intervento di sistemazione idrogeologica non deve limitare la libera divagazione dei corsi d'acqua entro le fasce di pertinenza fluviali, deve privilegiare le tecniche dell'ingegneria naturalistica (o miste con quelle tradizionali) e deve essere tale da permettere la conservazione:
 - della continuità longitudinale dei corsi d'acqua;
 - della diversificazione dei microambienti;
 - dei rapporti idrobiologici fra le cenosi acquatiche e quelle riparie;
 - dei rapporti idrodinamici fra i corsi d'acqua e l'ambiente ripario;
 - della naturalità della morfologia degli alvei e delle fasce riparie;
 - della biodiversità delle cenosi acquatiche e di quelle terrestri riparie;
 - della produttività biologica dei corsi d'acqua;
 - del valore paesaggistico;
 - delle possibilità di fruizione.
8. Qualunque intervento di sistemazione idraulica non deve comportare una riduzione del profilo trasversale dell'alveo al fine di evitare situazioni che potrebbero innescare più facilmente fenomeni di erosione e di esondazione ed è ammesso nei casi di dimostrata urgenza ed indifferibilità ed in particolare:
 - realizzazione di nuovi argini o il completamento di quelli esistenti nei tratti ove il livello di protezione sia inadeguato;
 - realizzazione o completamento di opere di difesa spondale con funzioni specifiche di protezione di strutture soggette a rischio elevato e di rilevante interesse economico, produttivo e sociale;
 - realizzazione o completamento di opere trasversali di stabilizzazione dei fondali nei tratti in cui siano evidenti rischi di stabilità degli argini e/o delle opere di attraversamento.
9. Qualsiasi intervento di sistemazione idrogeologica deve garantire:
 - la tutela e/o il ripristino delle caratteristiche naturali ed ambientali dell'ecosistema fluviale, favorendo, ovunque possibile, una inversione di tendenza rispetto alla progressiva scomparsa delle lanche ed al degrado delle aree golenali;
 - la coerenza con la tendenza evolutiva naturale dell'alveo, in relazione all'assetto morfologico dello stesso (monocorsale, pluricorsale, meandriforme) localmente presente;
 - l'esclusione o la rimozione di forme di canalizzazione dell'alveo ed in particolare di quello di magra;
 - il mantenimento delle aree golenali con funzioni di espansione delle acque di piena e, ove è possibile, l'ampliamento delle stesse;

⁵ Che impongono i passaggi artificiali per l'ittiofauna nelle situazioni di interruzione della continuità longitudinale dei corsi d'acqua interessati da opere di derivazione e/o ritenzione idrica o gli obblighi ittigenici qualora non sia possibile la realizzazione di tali passaggi.

⁶ In applicazione della lettera i) del comma 1) dell'art. 3 della Legge 183 del 1989.

- l'adozione di tipologie di opere compatibili con le caratteristiche naturali dell'alveo e delle sponde (assenza di strutture impermeabili o rigide, adozione di soluzioni dettate dall'ingegneria naturalistica,...) che consentano la tutela e la riqualificazione degli ecosistemi fluviali;
 - la priorità per gli interventi che consentano di rimuovere ostacoli strutturali al deflusso delle piene (di tipo trasversale o che comportino occupazione con infrastrutture e/o insediamenti).
- 10.** Rispetto alle nuove realizzazioni di opere di sistemazione idraulica, sono ritenute prioritarie quelle necessarie alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere esistenti e dell'alveo, in particolare nei casi in cui occorre:
- mantenere la funzionalità delle arginature di contenimento ai limiti delle aree di pertinenza fluviale;
 - mantenere la funzionalità delle opere di difesa spondale lungo i tratti ove esse svolgono funzioni essenziali alla sicurezza idraulica;
 - favorire il progressivo smaltimento o la rinaturalizzazione delle opere di difesa spondale non strategiche ai fini della sicurezza idraulica, al fine di migliorare le caratteristiche naturali dell'alveo;
 - eliminare ostacoli, in alveo ed in golena, al deflusso delle piene quali la rimozione della vegetazione non compatibile (cioè quando non costituita dalle specie tipiche delle fasce riparie), depositi alluvionali in corrispondenza degli attraversamenti (quando responsabili della riduzione della sezione d'alveo in corrispondenza degli stessi), rimozione di ostacoli artificiali (frammenti di manufatti), risagomatura (ripristino) del profilo trasversale nelle situazioni di restringimento artificiale dell'alveo,....
 - tutelare ed ampliare la varietà e la molteplicità delle comunità vegetali riparie.
- 11.** La progettazione di argini ai limiti delle fasce di pertinenza fluviale, quindi esterne alle aree golenali soggette ad esondazioni nelle situazioni di piene eccezionali, sono da ritenere compatibili con la conservazione della funzionalità dell'ecosistema fluviale.
- 12.** Tutte le opere di intervento di sistemazione idraulica, ai fini della corretta tutela delle cenosi acquatiche e riparie, vanno corredate da dettagliati progetti da sottoporre agli Enti competenti per la formulazione di pareri in merito. I progetti devono essere redatti con la collaborazione di specialisti in discipline tecnico - scientifiche ad indirizzo naturalistico, in possesso di un curriculum professionali e di studi nel campo idrobiologico, ittologico, idraulico, botanico e dell'ingegneria naturalistica o da un pool di esperti nelle suddette materie e devono prevedere i seguenti contenuti:
- la descrizione analitica dell'intervento in progetto ed in particolare delle ragioni alla base dell'indifferibilità e dell'urgenza che motivano la realizzazione dell'opera;
 - l'analisi degli effetti dell'intervento in progetto non solo a livello locale, ma su un tratto sufficientemente esteso del corso d'acqua, con particolare riferimento agli eventuali fenomeni di alterazione del regime idraulico di piena a valle;
 - la valutazione delle interazioni tra l'intervento in progetto e la tendenza evolutiva del corso d'acqua;
 - la valutazione di compatibilità dell'intervento in progetto con l'ecosistema fluviale, con particolare riferimento alla morfologia dell'alveo ed alle caratteristiche naturali e paesaggistiche della fascia di pertinenza fluviale ristretta.