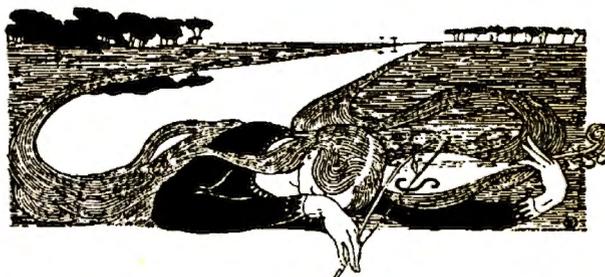

ABSTRACTS



Monografia sull' INGEGNERIA FLUVIALE

a cura di G. Sansoni

- [65] 1- Channellization: a case study
- [66] 2- Impact of mining gravel from urban stream beds in the Southwestern United States
- [67] 3- Hydrogeomorphology: how applied should we become ?
- [68] 4- Fluvial geomorphology: less uncertainty and more practical application ?
- [69] 5- To determine the significance of wing dams, riprap and sand as fishery habitat
- [70] 6- Channellization: a search for a better way
- [71] 7- River channel inventory, habitat and instream flow assessment
- [72] 8- River channellization: traditional engineering methods, physical consequences and alternative practices

J.W.EMERSON

Channellization: a case study

Science, v. 173, july : 325-326, 1971

[65]

La canalizzazione è sempre accompagnata da una rettifica del tracciato: l' accorciamento del percorso e il più rapido allontanamento a valle delle acque riducono localmente le esondazioni. Gli effetti negativi della canalizzazione sui popolamenti ittici e sulle funzioni paesaggistica e ricreativa sono stati ampiamente descritti; ben poco rilievo, invece, è stato dato ai cambiamenti della geometria dell' alveo. L' autore riporta un caso di erosione accelerata innescato dall' aumento di pendenza conseguente alla canalizzazione.

Il Blackwater River, nel Missouri, aveva all' inizio del secolo una media di 1,8 meandri/km, di 60-140 m di raggio; la larghezza media, stimata dalla misura dei vecchi ponti, era 20 m (15-30 m). Nel 1910 un lungo tratto (53,6 km) è stato canalizzato e rettificato, accorciando così il percorso di ben 24,6 km; ciò ha comportato quasi il raddoppio della pendenza, che è passata dall' 1,67 al 3,1 per mille. L' accresciuta

velocità della corrente ha innescato un forte processo erosivo verticale e laterale, favorito anche dalla scarsa coerenza del terreno.

Nel corso di 60 anni la larghezza alla sommità del nuovo canale artificiale è passata dagli originari 9 m agli attuali 60-70 m, la larghezza al fondo da 1 a 10-20 m e la profondità da 3,8 a 10 m; l' area della sezione trasversale è aumentata fino al 1.000%. I ponti hanno dovuto essere prolungati più volte e il processo erosivo si è esteso anche agli affluenti e a monte del tratto canalizzato.

La densità dei macroinvertebrati si è ridotta mentre la fauna ittica è scesa a 51 kg/acro, contro i 256 kg/acro dei tratti non canalizzati. Al termine del tratto canalizzato (la canalizzazione non è stata proseguita per la diversa natura del terreno, più resistente allo scavo) la sezione si restringe sensibilmente e si verificano frequentissime esondazioni, quasi sconosciute prima della canalizzazione.

G.S.

W.B. BULL, K.M. SCOTT

Impact of mining gravel from urban stream beds in the Southwestern United States

Geology, april: 171-174, 1974

[66]

L' effetto complessivo dell' urbanizzazione è una accentuazione delle piene e delle magre fluviali (vedi tabella). Le escavazioni di inerti

fluviali, abbassando l' alveo, determinano lo scalzamento dei piloni dei ponti e rendono le rive più suscettibili all' erosione mentre, ab-

bassando il pelo libero dell' acqua, riducono la ricarica delle falde idriche.

La sedimentazione di particelle argillose sul fondo di buche di escavazione, formando strati impermeabili, riduce fortemente gli scambi idrici tra il fiume e la falda, anche dopo che le buche stesse sono state colmate dall' apporto di nuovi inerti.

Le escavazioni in alvei abbandonati (ad es. meandro abbandonato di un fiume o ramo morto di una conoide), apparentemente in-

nocue, possono favorirne, in occasione di piene eccezionali, la riattivazione; ciò può determinare gravi danni a persone e cose nelle adiacenti aree inondabili, spesso urbanizzate perchè ritenute sicure.

L' autore propone di monitorare i cambiamenti geomorfologici degli alvei fluviali conseguenti alle escavazioni, da realizzare con sopralluoghi periodici (specialmente dopo ogni piena) e con semplici metodologie.

G.S.

TABLE 1. EFFECTS OF URBAN ACTIVITIES ON WATER AND SEDIMENT DISCHARGE IN EPHEMERAL STREAMS

URBAN ACTIVITY	EFFECT ON STREAM DISCHARGE				OTHER EFFECTS
	Water		Sediment		
	Flood peaks	Base flow	Suspended load	Bed load	
Exposure and disturbance of soil during construction	Increase	Decrease	Increase	Increase	Decreased vegetation and aesthetic values
Construction of impervious surfaces (streets, parking lots, buildings)	Increase	Decrease	Decrease or increase	Decrease or increase	Increased rate of conveyance of water to stream channels; sediment load decreases in areas of impervious surfaces, but increase in flood peaks also increases potential sediment discharge downstream, where flow passes through reaches where abundant sediment is available
Planting of gardens, lawns, and parks	Decrease	Increase	Decrease	Decrease	Increased aesthetic values
Construction of unlined storm drains	Increase	Decrease	Decrease and increase	Decrease or increase	Decreased recharge to ground water; increased rate of conveyance of water to streams; effect on sediment is variable, as with activity 2
Lowering of ground-water table	Decrease	Decrease	Minimal change	Minimal change	Decreased vegetation along streams; increased recharge to ground water
Mining of stream-bed sand and gravel	Minimal change	Minimal change	Minimal change	Decrease	Lowering of stream bed; decreased extent of flooding; increased bank erosion; decreased recharge to ground water

K.J. GREGORY

Hydrogeomorphology: how applied should we become?*Progress in Physical Geography, v. 3(a): 84-101, 1979*

[67]

Questo lavoro intende stimolare il dibattito sugli orientamenti di ricerca dell'idrogeomorfologia fluviale, della quale vengono individuate tre tappe di sviluppo. Nella prima fase (anni '60) si assiste ad una crescita della disciplina: si acquisiscono numerosi dati idrologici, si attrezzano con strumenti di misura piccoli bacini per indagare sui processi fluviali, si studiano la morfologia del bacino, la geometria del reticolo idrografico e dell'alveo e la dinamica del ruscellamento e della sedimentazione. Assieme all'emergere della consapevolezza dei limiti di tale approccio (ad es. i dati ed i processi ricavati dallo studio di piccoli bacini non risultano estrapolabili a grandi bacini) compaiono tendenze più applicative che vengono poi sviluppate negli anni '70: relazioni tra portate e sezione trasversale, tra portata e sviluppo del reticolo idrografico e altre, che conducono ad una migliore comprensione delle dinamiche del bacino.

Gli anni '70 vedono crescere l'interesse per lo studio delle variazioni temporali: cambiamenti della morfologia fluviale a breve e lungo termine (es. paleoidrologia), studi sperimentali sull'erosione, analisi degli effetti degli eventi rari (es. grandi piene), studio comparato di mappe fluviali recenti e passate, riconoscimento dell'importanza delle condizioni-soglia (es. di energia) per l'innescio dei processi morfogenetici, concetti di erosione periodica ed episodica e di cambiamenti autogenici e allogeni, ecc.

Emerge intanto la rilevanza dell'impatto delle attività umane sui sistemi fluviali mentre lo studio dei cambiamenti ad esse conseguenti viene affrontato dal livello di microscala (stu-

dio dei singoli depositi sedimentari dell'alveo), a quello di scala intermedia (geometria della sezione trasversale e dell'andamento planare dell'alveo) e di macroscale (ripercussioni sull'intero reticolo idrografico). Viene iniziato lo studio dei tempi di reazione agli interventi antropici e dei tempi necessari al raggiungimento di un nuovo assetto d'equilibrio.

La terza fase (anni '80), caratterizzata da un notevole sforzo applicativo, si realizza tramite due approcci complementari: l'uno, geomorfologico postdittivo, utilizza lo studio dei cambiamenti morfologici per elaborare modelli più affinati mentre l'altro è centrato direttamente sulla predizione dei cambiamenti. Una maggior attenzione viene rivolta non solo agli effetti indotti localmente dalle opere fluviali (es. dighe, arginature), ma anche a quelle conseguenze meno scontate e meno drammatiche che si ripercuotono però sull'intero bacino.

L'ingegneria fluviale, identificando le zone ad incipiente instabilità, genera la scuola di pensiero mirante a redigere piani di stabilizzazione dei fiumi senza ricorrere alla costruzione di opere ingegneristiche. Per queste ultime si raccomanda di verificare la loro effettiva necessità ed efficacia, di individuare la localizzazione e gli accorgimenti che ne minimizzino l'impatto ambientale e di considerare fin dalla fase di progettazione le loro ripercussioni sul reticolo idrografico e sul territorio.

E' intendimento dell'autore portare un contributo al dibattito tra fautori delle soluzioni ingegneristiche e fautori dell'applicazione di quegli espedienti che richiedono di "lavorare con la natura".

G.S.

K.J. GREGORY

Fluvial geomorphology: less uncertainty and more practical application?*Progress in Physical Geography, v. 6: 427-438, 1982*

[68]

Vengono passate in rassegna le recenti acquisizioni e i nuovi orientamenti teorici e pratici della ricerca geomorfologica fluviale. Il vecchio approccio della geometria idraulica, mirante a spiegare la morfologia fluviale sulla base di alcuni indici del regime idrologico e delle caratteristiche dei sedimenti, rende conto solo del 50% della variabilità statistica osservata (del 30% per alcuni parametri: sinuosità e indice di anastomosi). La sensibile influenza esercitata dalla vegetazione della piana alluvionale, dal tipo di apparato radicale e da altri fattori (affioramenti rocciosi, variazioni delle caratteristiche delle sponde, esatta sequenza delle piene) rende solo semi-deterministico l'approccio della geometria idraulica.

Un approccio alternativo allo studio dei processi fluviali continua a basarsi sull'analisi granulometrica del substrato e sugli accumuli di sedimenti. Ad es. è stato osservato che i sedimenti nei raschi sono più grossolani, meglio classati e meno arrotondati di quelli nelle buche; ciò viene attribuito alle diverse velocità e sforzo di taglio nei due ambienti in regime di piena. E' stato proposto un modello di formazione dei banchi ghiaioso-sabbiosi in cui i ciottoli sedimentano negli strati superficiali e la sabbia in quelli sottostanti, potendo depositarsi al di sotto dei ciottoli per infiltrazione.

Una migliore comprensione dello sviluppo planare dei corsi d'acqua deriva dalla redazione di mappe della potenza fluviale: una elevata sinuosità è connessa a valori molto bassi di sforzo di taglio (ricavabile, per ciascun fiume, dal diagramma portata-pendenza) mentre valori più alti sono associati ai canali anastomati.

Recenti osservazioni enfatizzano il ruolo della vegetazione nell'evoluzione morfologica fluviale: le barre si concentrano attorno agli alberi morti, che si dispongono parallelamente alla corrente e con l'apparato radicale rivolto a monte; i detriti vegetali, favorendo l'accumulo dei sedimenti, rappresentano uno dei maggiori ostacoli all'applicazione delle leggi fisiche e delle teorie sul trasporto dei sedimenti. L'ecologia degli ambienti fluviali si rivela un importante fattore nel determinarne l'evoluzione morfologica.

Contributi interessanti vengono dagli studi paleoidrologici, basati sull'analisi dei sedimenti, della morfologia e dei processi fluviali. Studi stratigrafici, sedimentologici e datazioni al radiocarbonio hanno permesso di ricostruire sequenze di piene degli ultimi 100.000 anni mentre dall'esame della paleomorfologia fluviale e della densità dei paleoreticoli idrografici sono state calcolate le paleoportate medie annue (4-10 volte superiori alle attuali).

Una maggiore attenzione viene oggi prestata all'impatto idrogeomorfologico di alcune opere di regimazione (es. bacini, derivazioni). L'urbanizzazione ha ridotto la disponibilità di aree inondabili ed ha accentuato le punte di piena, con conseguente aumento dell'erosione e approfondimento e allargamento dell'alveo; viene sottolineata la necessità di misure volte a scoraggiare le opere che incrementano la velocità dell'acqua (es. urbanizzazione e conseguente impermeabilizzazione dei suoli, reti fognarie, drenaggi, canalizzazioni, rettifiche, disboscamenti: *n.d.r.*).

Nuove concezioni enfatizzano l'importanza di considerare la pianura alluvionale come

parte integrante del sistema fluviale, mentre vengono sviluppati modelli di valutazione della sua capacità di immagazzinamento delle portate che eccedono la capacità del fiume. Sono allo studio equazioni empiriche, di grande in-

teresse pratico, per calcolare un indice di stabilità dei corsi d'acqua canalizzati: in esse assume una notevole importanza la presenza della vegetazione riparia.

G.S.

W.B. FERNHOLZ

To determine the significance of wing dams, riprap and sand as fishery habitat

Mississippi River Work Unit Annual Report. Wisconsin Department of Natural Resources, La Crosse, 1979 [69]

Il tratto superiore del Mississippi, presso La Crosse, ha una morfologia molto accidentata: al canale navigabile, le cui rive sono stabilizzate da 110 pennelli sommersi in pietrame e da circa 25 km di arginature in pietrame, si accompagna una fitta rete di canali laterali, isole fluviali, stagni, paludi. Per valutare l' idoneità per l' ittiofauna di alcuni habitat vengono prescelti tratti di 300 metri di pennelli, di arginature e di banchi sabbiosi, situati in siti simili per altri parametri (velocità della corrente, vicinanza alle acque profonde, assenza di altri tipi di habitat, ecc.). In ogni tipo di habitat sono stati effettuati con l' elettrostorditore 9 campionamenti diurni dell' ittiofauna e 10 notturni.

Nell' habitat sabbioso vengono catturati pesci di minore taglia: nelle ore notturne risulta più elevato sia il numero di individui che quello di specie. Ciò indica che la sabbia è scarsamente utilizzata come ricovero ed è frequentata, principalmente per l' alimentazione, da varie specie provenienti da altri ambienti.

Le arginature in pietrame si rivelano un habitat favorevole per l' ittiofauna, ospitando il

maggior numero di specie (26); le cavità irregolari tra i massi, fornendo rifugio dalla corrente e protezione dai predatori, svolgono la funzione di nursery e di area di allevamento per molte specie gradite ai pescatori sportivi.

I pennelli in pietrame, sommersi di circa 1 m sotto il pelo dell' acqua, rappresentano aree di alimentazione per i pesci di maggior taglia, fornendo l' accesso alle acque profonde e protette dalla corrente.

Il lavoro conclude che gli ambienti in pietrame (pennelli e arginature) sono un habitat favorevole per la riproduzione, lo sviluppo e l' alimentazione delle specie ittiche, particolarmente di quelle più ricercate dai pescatori, mentre i banchi sabbiosi, inidonei come area di rifugio, sono frequentati prevalentemente nelle ore notturne a scopo alimentare. I risultati confermano osservazioni precedenti di biologi e di pescatori che, a seguito dell' intasamento delle cavità tra il pietrame determinato dalla sabbia di dragaggio del canale navigabile, avevano notato una sensibile diminuzione di pescosità.

G.S.

E.A. KELLER

Channellization: a search for a better way*Geology, may: 246-248, 1975*

[70]

La canalizzazione viene spesso realizzata uniformando la pendenza dell'alveo e la sezione trasversale (trapezoidale) e rettificando parzialmente o totalmente il tracciato. Queste condizioni innaturali comportano la distruzione degli habitat acquatici e di quelli terrestri ripari, la riduzione della diversità e della biomassa degli organismi acquatici, la degradazione della funzione paesaggistica e processi geomorfologici indesiderati (erosione in alcuni casi, colmamento in altri).

Per minimizzare gli effetti avversi della canalizzazione l'autore suggerisce alcuni accorgimenti costruttivi tratti dallo studio della morfologia dei canali naturali. Per analogia con

questa, viene consigliata la creazione di una successione di buche allungate (*pools*), distanziate di 6 volte la larghezza del canale e poste alternativamente presso la riva destra e sinistra, in modo da costringere il filone principale della corrente ad un percorso sinuoso (vedi figura). La successione di buche e dei raschi (*riffle*, piccole rapide) tra esse interposti aumenta la stabilità morfologica del canale, riduce i danni ai popolamenti acquatici e migliora l'aspetto paesaggistico.

I criteri costruttivi suggeriti risultano applicabili a canali con alveo ciottoloso larghi 25 m (o più larghi nel caso di discreta portata liquida) e con pendenza 1,5-5 per mille. Nel caso di alveo sabbioso, invece, la sinuosità del talweg (condizione necessaria alla formazione e al mantenimento di buche e di raschi) si verifica per pendenze comprese tra il 2 e il 15 per mille.

Qualora la canalizzazione, anziché al drenaggio del terreno, sia finalizzata alla protezione dalle esondazioni di piene a lungo tempo di ritorno (es. cinquantennali), i criteri progettuali devono essere modificati. Viene suggerita allora, all'interno del canale di piena, la costruzione di un "canale pilota" (dotato di buche e di raschi) entro il quale scorrono abitualmente le acque. Con un'opportuno rimboschimento, l'alveo del canale di piena (occupato dalle acque solo in circostanze eccezionali) risulta difficilmente percepibile ad un osservatore non esperto e non deturpa quindi sensibilmente l'aspetto paesaggistico, mentre continua a svolgere in buona parte la funzione di habitat per le specie animali riparie.

G.S.

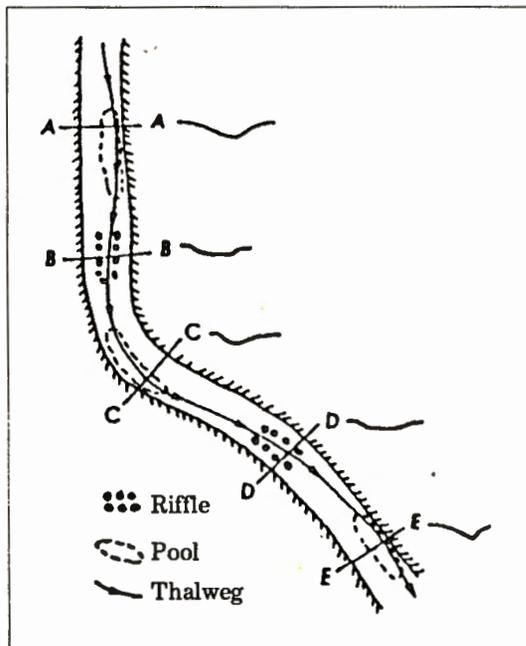


Figure 2.
Idealized diagram showing pools and riffles and alternating asymmetric and symmetric cross-channel profiles.

M.P. MOSLEY

River channel inventory, habitat and instream flow assessment*Progress in Physical Geography, v. 10: 494-523, 1986*

[71]

Nei paesi industrializzati, accanto ai tradizionali usi dell'acqua (irriguo, idroelettrico, civile, industriale), si registra una crescente domanda di usi "fluviali" che, anziché la sottrazione d'acqua, ne richiedono il mantenimento in alveo a scopo ricreativo, paesaggistico o come habitat per i pesci, l'avifauna ed altri animali acquatici. Scopo del lavoro è fare il punto sullo stato dell'arte dei metodi di stima della portata minima fluviale necessaria a soddisfare tale domanda.

Vengono passati in rassegna i principali parametri (larghezza dell'alveo, profondità e trasparenza dell'acqua, velocità della corrente, natura del substrato, contorno paesaggistico, natura e densità della vegetazione riparia, accessibilità, ecc.) che permettono di definire e quantificare le vocazioni ricreative dell'ambiente fluviale.

Per quantificare la vocazione ittiofaunistica è stato proposto un largo spettro di parametri (profondità, ampiezza, velocità, temperatura, trasparenza, ossigeno disciolto, nutrienti, ricoveri, disponibilità alimentari, substrato, morfologia, variazioni annue di portata, frequenza delle piene, vegetazione acquatica, ecc.). In linea di massima, tuttavia, data un'adeguata qualità dell'acqua, la distribuzione e la biomassa dei pesci e degli invertebrati acquatici sono condizionate in primo luogo dal regime delle portate e da altri fattori ad esso associati (velocità, profondità, substrato, ricoveri).

I dati sulle preferenze di habitat di ciascuna specie ittica vengono raccolti in base all'osservazione diretta (es. con maschera e respiratore) o con elettrostorditore e successiva misurazione dei parametri fisici (profondità, velocità, ecc.). Una notevole riduzione dell'indagabilità del metodo può essere ottenuta

selezionando, per ciascuna attività, una specie "indicatrice" (quella col più ristretto intervallo di tolleranza dei parametri ambientali), basandosi sul presupposto che se l'ambiente è favorevole per queste specie più sensibili lo sarà anche per quelle più tolleranti. Sebbene i requisiti e le preferenze di habitat varino con la specie, con lo stadio vitale e con il tipo di attività (es. sosta, alimentazione, riproduzione), la profondità minima e la velocità massima tollerabili sono ampiamente correlati alle dimensioni corporee.

Le procedure di valutazione dell'idoneità ambientale per l'avifauna ed altre specie più o meno legate all'ambiente fluviale si basano sull'individuazione e sulla misura della superficie dei microhabitat critici limitanti per ciascuna specie e ciascuna attività (es. banchi ghiaiosi, bassifondi, lanche, ecc.).

Le metodologie di valutazione possono essere suddivise in tre gruppi: metodi della portata, dell'habitat e della risposta biologica. Il primo gruppo, il più semplice e meno laborioso, fissa la portata minima che deve essere mantenuta nell'alveo in una determinata percentuale della portata media annua in quel sito (o delle portate medie mensili o nella portata di magra naturale o in un dato percentile di una curva di portata).

I metodi degli habitat, a differenza dei precedenti, richiedono l'esecuzione di misure morfologiche sul campo (larghezza delle buche e dei raschi, profondità e velocità dell'acqua, ecc.); talora viene stimata la "qualità delle buche" e calcolato un indice di habitat globale. Come portata minima da mantenere in alveo viene prescelta quella portata che garantisce la salvaguardia di una certa percentuale degli habitat, o quella corrispondente al punto di

flesso di una curva portata-parametro ambientale (in cui la riduzione di portata comporta una rapida diminuzione dell' habitat idoneo all' obiettivo prefissato).

I metodi delle risposte biologiche, una volta individuati i requisiti di idoneità ambientale (es. l' intervallo di profondità e di velocità dell' acqua) per determinate specie e determinate attività (es. riproduzione), prevedono il mappaggio delle aree idonee in varie condizioni di portata. Graficando l' area idonea contro la portata è possibile ricavare indicazioni sulla portata ottimale. Un approccio simile può essere utilizzato per stimare qual è la portata minima alla quale i raschi diventano non risalibili da parte dei pesci migratori. L' approccio può essere affinato utilizzando per ciascun parametro un indice di idoneità dell' habitat (anziché il criterio idoneo-non idoneo) che tiene conto ad es. della disponibilità di ricoveri per l' ittiofauna, della vegetazione riparia, della sottoescavazione delle rive. Tali indici, calcolati per diverse portate, permettono di stabilire la portata ottimale per la maggioranza

delle specie o per le specie più critiche o per i vari stadi di sviluppo.

I metodi visti richiedono un ben diverso dettaglio di informazioni: dai soli dati idrologici (ottenibili anche a tavolino) per i metodi delle portate, a quelli idrologici e morfologici (ottenibili da misurazioni sul campo) per i metodi degli habitat, a quelli idrologici, morfologici e biologici (che richiedono la conoscenza o lo studio delle preferenze ambientali di ciascuna specie, stadio vitale e attività) per i metodi delle risposte biologiche. La scelta del metodo dipende innanzitutto dall' entità delle modifiche ambientali prevedibili a seguito dello sfruttamento dell' acqua fluviale progettato.

Una interessante applicazione di tali metodi appare la valutazione dell' impatto di alcune opere di ingegneria fluviale che, pur non comportando sottrazione d' acqua, alterano i microhabitat disponibili come, ad esempio, lo spianamento dell' alveo spesso associato alla costruzione di arginature (*n.d.r.*).

G.S.

A. BROOKES

River channellization: traditional engineering methods, physical consequences and alternative practices

Progress in Physical Geography, v. 9(a): 44-73, 1985

[72]

Dopo una precisazione terminologica e metodologica dei principali tipi di interventi fluviali (risagomature, rettifiche del tracciato, arginature, difese spondali, ecc.) vengono passate in rassegna le modificazioni morfologiche, le conseguenze idrologiche e l' impatto biologico delle canalizzazioni.

Le conseguenze morfologiche più drammatiche si registrano a seguito delle rettifiche fluviali che, aumentando la pendenza e la velocità della corrente, possono innescare vi-

stosi processi di erosione accelerata. Gradualmente nei tratti rettificati si osserva la tendenza spontanea alla ricostituzione della sinuosità. I canali eccessivamente allargati, dimensionati per contenere un determinato flusso di piena, non sono in equilibrio con il normale intervallo di flusso e sono quindi morfologicamente instabili: la ridotta velocità della corrente favorisce infatti la sedimentazione e i depositi vengono consolidati dalla vegetazione.

Le arginature sopraelevate, confinando nell'alveo portate più elevate (cui sono associate velocità ed energie più elevate) possono provocare una forte erosione dell'alveo, soprattutto se ne viene intaccato lo strato protettivo di materiali grossolani che si seleziona naturalmente sul fondo. Le variazioni morfologiche non restano confinate al tratto canalizzato, ma si estendono sia a monte che a valle di esso. La protezione locale dalle esondazioni riduce i tempi di ritenzione delle acque (in precedenza immagazzinate nelle aree inondabili), ne accrece la velocità ed accentua la torrenzialità del regime idrologico; ciò favorisce (generalmente) od ostacola (più raramente) le inondazioni a valle, a seconda che le punte di piena degli affluenti confluiscono nell'asta principale con maggior sincronia o più sfalsate.

L'impatto biologico delle canalizzazioni è connesso alla distruzione della varietà dei microambienti e ad eventuali fattori di disturbo aggiuntivi (es. instabilità del substrato e aumento della torbidità).

Tralasciando dichiaratamente le alternative non strutturali alla canalizzazione (es. sistemi di previsione delle piene e di allarme), vengono passati in rassegna i metodi alternativi di canalizzazione realizzati in vari paesi ed ispirati a "progettare con la natura" anziché contro di essa.

Un primo approccio, quello dell'ingegneria biotecnica, è fondato sull'emulazione della morfologia naturale (sinuosità, profilo asimmetrico) e sulla salvaguardia o creazione di habitat per la flora e la fauna; particolare attenzione viene rivolta all'impiego della vegetazione per la protezione delle rive dall'erosione. A tale scopo viene suggerita la creazione di 4 zone di vegetazione: quella delle piante acquatiche (che riduce la velocità della corrente e quindi la forza erosiva), il canneto, la zona riparia di alberi a legno tenero (salici, pioppi) e, a maggior distanza dalle rive, quella degli alberi a legno duro. In alcuni paesi l'ombreggiamento dei canali con alberi ripari è utilizzato come efficace alternativa al controllo chimico o mec-

canico dell'eccessivo sviluppo delle piante acquatiche.

Un secondo insieme di alternative è di tipo morfologico: particolare attenzione viene rivolta alla conservazione o ricostruzione dei meandri e alla realizzazione di un profilo trasversale asimmetrico. La diversa pendenza delle due rive e l'andamento a zig-zag del filone principale della corrente favoriscono la formazione di buche oblunghe e di raschi e, quindi, la diversità ambientale. Come alternativa all'eccessivo allargamento dell'alveo viene suggerita la realizzazione di un canale a due stadi in modo che il flusso normale continui a scorrere nell'alveo originario, lasciato indisturbato, mentre le portate eccezionali vengono accolte nel canale di piena, ottenuto a spese dei terreni ripari o costruendo su di essi argini sopraelevati.

Un terzo approccio è mirato ad incrementare la diversità ambientale utilizzando vari dispositivi. Deflettori di corrente possono essere utilizzati (in sostituzione dell'escavazione) per indirizzare la corrente verso un accumulo di sedimenti da eliminare oppure per creare un restringimento della sezione che, aumentando localmente la velocità della corrente, favorisce la creazione, immediatamente a valle, di una buca e di un raschio. Pennelli e deflettori sono stati recentemente impiegati nel Tamigi come alternativa alla manutenzione tradizionale per dragaggio. Piccole briglie possono migliorare l'ambiente canalizzato poichè a valle di esse l'accresciuta velocità della corrente dovuta al maggior dislivello crea una buca e un raschio. Dispositivi fissi o flottanti (rami, ceppi, massi) fissati al fondo o alle rive mediante cavi forniscono ambienti rifugio e incrementano la produttività ittica. In alcuni stati americani è stato sviluppato il concetto di "restauro" ambientale dei canali, mirato al ripristino di condizioni che si avvicinano alla naturalità e realizzato con utensili manovrati a mano, rinunciando all'impiego di macchine pesanti.

G.S.