



# Le buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico







# Le buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico



# Indice

- 4**    **1**    **Premessa: perché questa pubblicazione**
  
- 5**    **2**    **ABC delle buone e cattive pratiche:  
piccolo decalogo di luoghi comuni**
  - 5**    2.1    Casse di espansione
  - 6**    2.2    Dissesto idrogeologico
  - 7**    2.3    Erosione
  - 7**    2.4    Escavazioni
  - 9**    2.5    Ingegneria Naturalistica
  - 9**    2.6    Manutenzione del territorio
  - 10**    2.7    Mettere in sicurezza
  - 10**    2.8    Pulizia dell'alveo
  - 11**    2.9    Rischio idraulico
  - 12**    2.10    Tempo di ritorno
  
- 13**    **3**    **Buone pratiche per la gestione  
dei corsi d'acqua**
  - 13**    3.1    Delocalizzare beni esposti a rischio
  - 18**    3.2    Riequilibrare il ciclo sedimentario
  - 20**    3.3    Valutare quanto può convenire l'alternativa di ridare  
spazio al fiume
  - 23**    3.4    Incrementare la capacità di invaso del reticolo  
idrografico minore
  - 26**    3.5    La manutenzione del reticolo idrografico minore in ambito  
collinare e montano
  - 28**    3.6    Laminare i deflussi nelle aree urbane
  - 31**    3.7    Ampliare le sezioni di piena in tratti arginati
  
- 34**    **4**    **Conclusioni**
  
- 37**    **5**    **Piccolo glossario tecnico**
  
- 39**    **6**    **Bibliografia**



## Le buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico

*a cura di Simone Andreotti e Giorgio Zampetti*

*Coordinamento editoriale di Anna Polazzo\**

*Testi di Anna Polazzo\*, Bruno Boz\* e Giulio Conte\**

*Hanno collaborato alla redazione dei testi:*

*Andrea Goltara<sup>1</sup>, Andrea Nardini<sup>2</sup>*

*Conclusioni di Giuseppe Sansoni\* e Andrea Nardini\**

*\*CIRF – Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale*

### **Si ringraziano per aver fornito informazioni:**

*Anne Julia Rollet e Hervè Piegay, dell'Università Jean Moulin Lyon 3 - CNRS UMR 5600 "Environnement, Ville, Societé" (gestione sedimenti sul fiume)*

*Guendalina Antonini, del Comune di Perugia (delocalizzazione Liquigas)*

*Riccardo Paita, AdB Magra (casi spostamento strade)*

*dott.ssa Roberta Benetti, tecnico forestale (caso CM Valli Orco e Soana)*

*Carlo Bendoricchio del Consorzio di Bonifica Dese Sile (VE) (reticolo idrografico minore pianura veneziana)*

*Ute Menke, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment - RIZA, NL (progetto SDF)*

In taluni passaggi del presente testo si riprende, in forma più divulgativa, alcuni dei contenuti del volume "La riqualificazione Fluviale in Italia, curato da A.Nardini, G.Sansoni. CIRF Mazzanti Editore 2006". Si ringraziano gli autori e l'editore per aver gratuitamente messo a disposizione parte dei testi e delle figure.

<sup>1</sup> Per il par. 3.7. Ampliare le sezioni di piena in tratti arginati.

<sup>2</sup> Per il par. 3.3. Valutare quanto può convenire l'alternativa di ridare spazio al fiume.





*Ma l'acqua è peggio, assai peggio der foco.  
Perché cor foco tu, si te ce sforzi  
Co' le pompe, ce 'rivi tu a smorzallo;  
Ma l'acqua, dimme un po', co' che la smorzi?*

(Cesare Pascarella, Roma 1893)

## 1 Premessa: perché questa pubblicazione

Interventi strutturali, risagomatura degli alvei, briglie, difese spondali, piuttosto che muri per la "messa in sicurezza" del territorio sono ancora frequentemente utilizzati come strumenti per la difesa del suolo. Spesso, oltretutto, si tratta di interventi puntuali non supportati da adeguati studi che ne dimostrino la reale efficacia e ne considerino le conseguenze sulla dinamica fluviale, portando più danni che benefici. Per ridurre il numero degli interventi strutturali di difesa, messa in sicurezza e artificializzazione dell'habitat fluviale, riducendo quindi anche i costi e favorendo lo sviluppo sostenibile del territorio, è sufficiente prendere atto che la sicurezza, fruibilità e bellezza di un bacino idrografico dipendono prima di tutto dagli usi cui si destina. L'efficacia, l'importanza, la preponderanza delle opere di ingegneria sono state alla base di un modo di governare il territorio soprattutto per mezzo di opere di ingegneria idraulica piuttosto che applicare interventi di incentivazione o di interdizione a un certo uso del suolo. Si è andati quindi ad occupare aree che erano destinate all'espansione naturale del fiume. A dimostrazione di questo parlano i dati sui danni causati in Italia dai fenomeni di dissesto idrogeologico, riportati tanto nei documenti ufficiali che sui quotidiani, che sottolineano come gli interventi di regimazione, rettificazione, imbrigliamento e "messa in sicurezza" del territorio che si sono attuati fino ad ora non hanno contribuito ad impedire che frane e alluvioni causassero danni e soprattutto vittime nel nostro Paese. Si continua a illudere ed illudersi che con le grandi opere di difesa idraulica si possano strappare impunemente altri terreni ai nostri fiumi, già irrimediabilmente attaccati dall'urbanizzazione, seguendo la logica del profitto e del cemento selvaggio. Spesso sono proprio questi interventi fatti sotto il principio della difesa idraulica e di una maggiore sicurezza del territorio ad incrementare il rischio idrogeologico nel nostro Paese.

D'altra parte non si può nemmeno perseguire l'illusorio obiettivo di poter "mettere in sicurezza" tutto il territorio. Questo comporta allora due linee d'azione diverse: da una parte la capacità di convivere con il rischio e quindi saper gestire le emergenze e dall'altra una corretta gestione del territorio. Benché l'Italia possa oggi contare su un sistema nazionale di protezione civile di altissimo livello, che sa coniugare efficacia di intervento e tempestività, ancora molta strada è da compiere sui sistemi di previsione delle piene e di allerta e la redazione di piani di protezione civile, aggiornati, testati e conosciuti dalla popolazione, a livello locale, ed in particolare a livello comunale. Ancora più critica invece è la situazione per quanto concerne la gestione corretta del territorio dove è prioritario svolgere una serie di attività ordinarie, quali la corretta urbanizzazione, il rispetto dei vincoli imposti, gli interventi di delocalizzazione dalle aree a rischio, nonché l'adeguamento alle norme di salvaguardia dettate dalla pianificazione in materia di difesa del suolo. In questo senso l'importanza della rinaturalizzazione, intesa come difesa territoriale del suolo che riacquista caratteristiche tali da porre un freno naturale agli eventi più dannosi, diventa ancora più rilevante. È necessaria un'inversione di tendenza rispetto all'approccio classico di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua e all'urbanizzazione selvaggia. Per far questo è opportuno estrarre e rafforzare

quanto di buono c'è nella pianificazione in materia di difesa del suolo redatta finì a oggi, ma anche di segnalare quegli aspetti meritori di un approfondimento ed eventuale ripensamento. Negli ultimi anni, a causa di queste conseguenze estremamente negative di un approccio tutto interventistico, e grazie al miglioramento e all'approfondimento delle scienze del territorio, sta prendendo piede un diverso modo di governare i bacini idrografici che si basa meno sulle infrastrutture rigide ed è più rispettoso e attento alla dinamica e all'habitat fluviale. L'obiettivo principale di questa pubblicazione è proprio quello di descrivere e promuovere le esperienze positive in tal senso e dimostrare come questa trasformazione nella gestione del rischio idrogeologico sia possibile. Casse di espansione, escavazioni, ingegneria naturalistica, manutenzione del territorio e pulizia dell'alveo sono alcune voci del glossario critico e provocatorio che apre la pubblicazione chiarendo il significato ambiguo di alcuni termini usati comunemente (con accezione positiva o negativa) e dimostra come alcuni capisaldi che fino ad oggi hanno segnato gran parte delle decisioni in materia di difesa del suolo possano essere visti con uno sguardo diverso che consente di costruire e rafforzare il nuovo approccio di cui i fiumi italiani hanno bisogno. Nelle pagine che seguono vengono illustrati una serie di casi studio, progetti realizzati o in corso di realizzazione, dove agli interventi sul corso d'acqua con opere e cemento si è preferito assecondare le dinamiche naturali del fiume e intervenire per ripristinarle laddove queste erano state soppresse da interventi sbagliati con il risultato comune di riqualificare il corso d'acqua e al tempo stesso ridurre il rischio idraulico e, cosa non da sottovalutare, i costi.

Le buone pratiche descritte vanno dalla delocalizzazione di beni esposti a rischio o il riequilibrio del ciclo sedimentario, fino ad una valutazione di quanto può convenire l'alternativa di ridare spazio al fiume, incrementare la capacità di invaso del reticolo idrografico minore, laminare i deflussi nelle aree urbane e ampliare le sezioni di piena in tratti arginati. Non è pretesa di questa pubblicazione il voler fare un elenco completo delle buone pratiche attuate o possibili per la gestione del rischio idrogeologico in Italia, ovvero in un territorio fragile e vario nei suoi molteplici aspetti (geologici, morfologici, climatici, urbanistici, ecc.) che necessita di interventi attenti e studiati volta per volta che rispondano delle esigenze di ogni singola situazione, ad esempio se ci si trova in un piccolo bacino montano o in una piana alluvionale di un grande fiume. Quello che invece si vuole proporre è il carattere fortemente innovativo e in controtendenza di questi interventi, che rappresenta il comune denominatore di tutti gli esempi illustrati, rispetto a quanto è stato fatto fino ad oggi e si continua a fare nella gestione del rischio idrogeologico. La scelta di delocalizzare un'industria posta in un'area a rischio di esondazione invece che costruire ulteriori barriere per la messa in sicurezza, quella di modificare un tracciato stradale invece che rinforzare le palizzate e le scogliere destinate comunque ad essere rovinate e rimosse dalla forza dell'acqua o quello di riequilibrare il ciclo sedimentario del fiume reinserendo i sedimenti in alveo, mentre normalmente non si fa che cercare tutti i possibili escamotage con il solo obiettivo di prelevare la preziosa ghiaia e utilizzarla per cementificare altre porzioni di territorio, sono scelte coraggiose messe in pratica lungo i fiumi italiani ed europei. Ci auguriamo che servano da esempio e che vengano imitati e adottati i principi che le hanno supportate con la certezza che restituire spazio e natura ai corsi d'acqua non è solo un pallino degli ambientalisti ma l'unico modo per coniugare sicurezza e qualità sul territorio.



## 2 ABC delle buone e cattive pratiche: piccolo decalogo di luoghi comuni

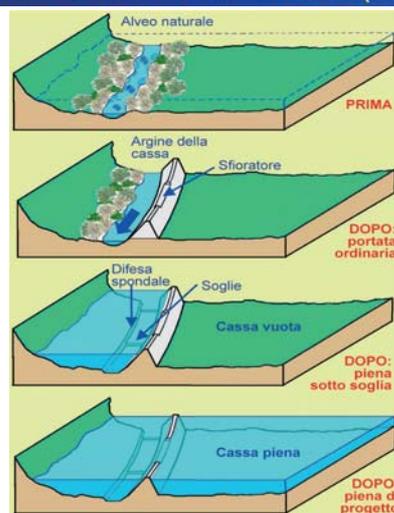
### 2.1 Casse di espansione

perché realizzarle non significa sempre ridare più spazio al fiume né riportarlo verso condizioni più naturali

Le “casse di espansione” (vedi anche stessa voce al glossario tecnico - cap.5) sono aree in frangia al fiume, nelle quali l’acqua può “espandersi” durante le piene: l’acqua accumulata in queste aree non contribuisce alla portata di piena, riducendo perciò il rischio di alluvioni sui territori a valle. Spesso si associa al concetto di “cassa di espansione” l’idea di un fiume naturale, con ampie aree laterali inondate in occasione delle piene, sede di zone umide che ospitano una ricca avifauna. Purtroppo non è così: le casse di espansione sono opere idrauliche che, quasi sempre, comportano una forte artificializzazione del fiume (Fig. 2.1 e Fig. 2.4 a sinistra). Spesso, anzi, le casse “in derivazione” restano asciutte per periodi lunghissimi, essendo progettate per essere inondate dalle piene con tempo di ritorno lungo (30, 100 o 200 anni). Possono essere progettate in modo da ridurne al massimo l’artificialità, ma comunque dovrebbero essere una soluzione limitata ai casi irrinunciabili, al pari delle arginature.

In linea di massima, le casse “in linea” hanno un impatto minore di quelle “in derivazione” e permettono maggiore libertà nell’ottenere, accanto all’effetto idraulico, anche una riqualificazione ambientale e naturalistica del territorio (Fig. 2.2, Fig. 2.3 e Fig. 2.4).

#### Casse di laminazione in derivazione (laterali)



##### VANTAGGI NATURALISTICI:

- ampi spazi liberi dall’edificazione
- possibilità di utilizzo agricolo dei terreni
- vocazione: zone umide e oasi naturalistiche

##### VANTAGGI IDRAULICI:

- Massima efficacia per la piena di progetto (cassa vuota, interamente disponibile per decapitare il picco di piena)

##### SVANTAGGI NATURALISTICI:

- necessità di argine perimetrale
- distruzione fascia vegetazione riparia
- rottura del continuum fiume-territorio
- interruzione scambi fiume-territorio
- erosione fondo e sponda opposta
- necessità di artificializzare l’altra sponda e il fondo
- scomparsa habitat acquatici e ripari (micro- e mesoscala)
- appiattimento alveo: riduzione flusso iporreico
- perdita capacità depurante

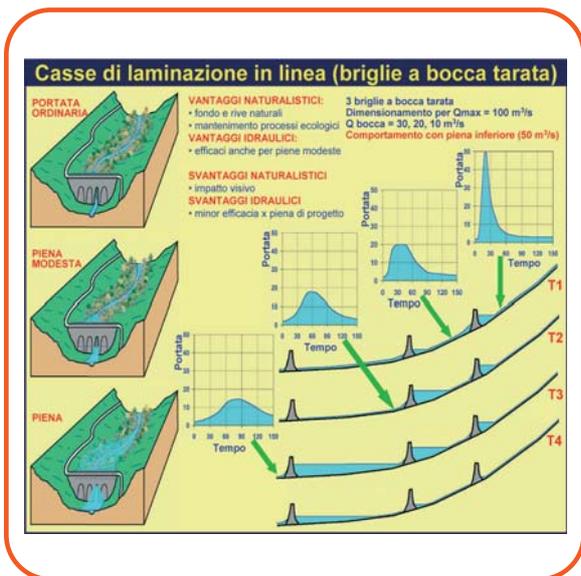
##### SVANTAGGI IDRAULICI:

- aggravamento rischio per le (numerose) piene inferiori a quella di progetto

Fig. 2.2. Funzionamento schematico (“tutto o nulla”) e principali vantaggi e svantaggi delle casse di espansione in derivazione (Illustrazione: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).



Fig. 2.1 Le casse di espansione solo in certi casi sono grandi aree con valore anche naturalistico e fruitivo; molto spesso sono aree altamente artificiali, racchiuse fra argini che le separano dal fiume e dal territorio; ecco un esempio fornito dall’immagine panoramica della cassa di espansione di Montelupo sul Torrente Pesa in Toscana (foto B. Boz).



**Fig. 2.3** Funzionamento teorico schematico (graduale) e principali vantaggi e svantaggi delle casse di espansione in linea. A destra è simulato l'effetto laminante di tre casse disposte in serie, in momenti successivi di crescita della piena (T1-T3) e del suo esaurimento (T4) (grafici esagerati ad arte, a scopo didattico) (Illustrazione: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).



**Fig. 2.4** La cassa di espansione del fiume Secchia è di tipologia mista: uno sbarramento a bocca tarata non regolabile provoca il rigurgito idraulico nella cassa in linea finché, superato un dato livello, le acque sfiorano nella cassa laterale. Sopra: manufatto regolatore con le quattro bocche tarate (le frecce indicano l'uscita dalle bocche). Sotto: la zona umida laterale, di elevato interesse naturalistico (Foto sopra: F. Romagnolli; sotto: R. Paita; da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

Il problema maggiore delle casse di espansione "in derivazione" -teoricamente le più efficaci per la riduzione del rischio- è che devono attivarsi esclusivamente in occasione delle piene eccezionali (per le quali sono progettate), mentre devono rimanere vuote per tutte le piene minori. Questo comporta una progettazione molto accurata delle soglie di sfioro e, soprattutto, un assetto del corso d'acqua che non cambi nel tempo: se infatti il letto del fiume si modifica, alzandosi o abbassandosi anche di poche decine di centimetri, il comportamento idraulico della cassa sarà diverso da quello previsto. Per mantenere ben calibrata una cassa in derivazione diviene allora indispensabile "fissare" un bel tratto di corso d'acqua con soglie di fondo e difese spondali, incrementandone notevolmente l'artificializzazione. Inoltre, la cassa deve essere trattata come un "carcere di massima sicurezza", controllando di continuo lo stato di efficienza. Tutto ciò comporta degrado ambientale e costi ingenti.

## 2.2 Dissesto idrogeologico non tutto il dissesto viene per nuocere

È opinione comune che il dissesto idrogeologico sia una delle piaghe italiane, per cui, dopo ogni evento disastroso (frane o alluvioni) si grida perché lo stato intervenga "contro il dissesto idrogeologico". Ma a ben guardare, cos'è il dissesto idrogeologico? Non possiamo chiamare "dissesto idrogeologico" il fenomeno dell'erosione, ovvero la tendenza delle acque ad erodere il suolo e le rocce e a provocare frane, perché -soprattutto in un paese con montagne "giovani" come l'Italia- si tratta di una condizione naturale fisiologica, non patologica (vedi voce "erosione"). Intervenire per fermare tale tendenza è semplicemente impossibile. Quello che possiamo fare è cercare di adattarci il più possibile ad essa (evitando di costruire in zone sbagliate, evitando di alterare il bilancio dei sedimenti nei bacini idrografici) e cercare di contrastare i fenomeni naturali solo dove è proprio necessario, concentrando gli sforzi su poche opere irrinunciabili che vanno attentamente progettate, realizzate e mantenute.

Un esempio varrà a chiarire ancora meglio questo concetto. A partire dalla fine dell'800 le montagne alpine sono state interessate da un gran numero di "briglie" (vedi glossario tecnico, cap.5), con lo scopo di "limitare il dissesto" trattenendo i sedimenti che i corsi d'acqua alpini portano naturalmente verso valle. Studi recenti effettuati sulle Alpi francesi mostrano che gli effetti di queste opere sono stati molto spesso controproducenti, perché il mancato apporto di trasporto solido dai versanti alpini, ha provocato un deficit di sedimenti più a valle, che ha portato numerosi problemi (incisione degli alvei, accelerazione delle piene, scalzamento di ponti, ecc). In seguito agli studi eseguiti, oggi alcuni piani di bacino in queste aree prevedono la demolizione controllata delle vecchie briglie, proprio per facilitare la movimentazione dei sedimenti da monte verso valle.



## 2.3 Erosione

perché non è “cattiva” in sé e non ha senso impedirla a tutti i costi

“L’acqua disfa li monti e riempie le valli, e vorrebbe la terra in perfetta sfericità, s’ella potesse” (Leonardo da Vinci). Con questa frase, Leonardo da Vinci traeva le sue conclusioni dall’osservazione in natura dei processi di erosione/trasporto solido. L’“erosione idrica” (dei versanti, dell’alveo, delle sponde) è quindi un processo assolutamente naturale, grazie al quale, nel corso di milioni di anni, si sono formate (e continuano a formarsi) le valli, le pianure, le spiagge. Può essere un processo lento e uniforme, ma può avvenire anche con eventi eccezionali (le frane) che trasportano a valle grandi quantità di roccia e terreno. I fiumi erodono prevalentemente durante le piene, disperdendo così parte dell’energia cinetica delle acque: grazie all’erosione, quindi, si riduce la velocità della corrente. Inoltre il trasporto solido, alimentato dall’erosione, garantisce l’apporto di sabbia alle spiagge. L’erosione quindi non è “in sé” negativa, è anzi uno dei processi essenziali per mantenere in equilibrio fiumi e spiagge. Naturalmente quando un processo erosivo minaccia dei “beni esposti” (case, fabbriche, infrastrutture, ...) diventa pericoloso ed è necessario intervenire. Ma difendere dall’erosione richiede opere molto costose da realizzare e, soprattutto, mantenere nel tempo: perciò è necessario farlo solo quando è veramente indispensabile e non in modo indiscriminato. Ad esempio, spesso si costruiscono difese spondali per proteggere dall’erosione terreni agricoli, che sarebbe più conveniente lasciare erodere, eventualmente indennizzando i proprietari (Fig. 2.5).



**Fig. 2.5** Fiume Magra presso Stadano (MS). Sopra (1987): costruzione da parte del Genio Civile di una difesa spondale a protezione dall’erosione di terreni agricoli (la freccia gialla indica l’escavatore in opera, quella bianca la direzione della corrente). Sotto (2002): circa un terzo della difesa spondale è stato distrutto dalle piene ed il fiume ha eroso i terreni ripari (le frecce rosse indicano lunghezza e larghezza dell’area erosa). L’Autorità di bacino del Magra, sulla base di considerazioni economiche ed ambientali, ha ritenuto preferibile non riparare le difese e lasciare libero corso alle dinamiche fluviali (Foto: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

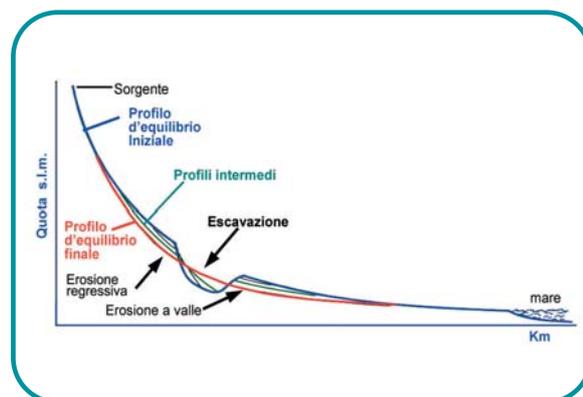
## 2.4 Escavazioni

perché scavando per aumentare la sezione di deflusso si rischia (quasi sempre) di far più danni che benefici

È piuttosto diffusa l’opinione che l’estrazione di inerti sia positiva ai fini idraulici: “se scavo nel fiume, l’alveo diventa più profondo e aumenta la sezione; quindi ci passa più acqua e aumenta l’efficienza idraulica”.

Questa classica pratica idraulica (“aumentare la sezione, ridurre la scabrezza”) può avere un effetto immediato positivo in loco sul problema esondazioni perché aumenta la portata veicolabile dal tronco fluviale (una data portata transita con livelli idrici inferiori), ma crea molti altri problemi, spesso sottovalutati perché si manifestano in tempi lunghi:

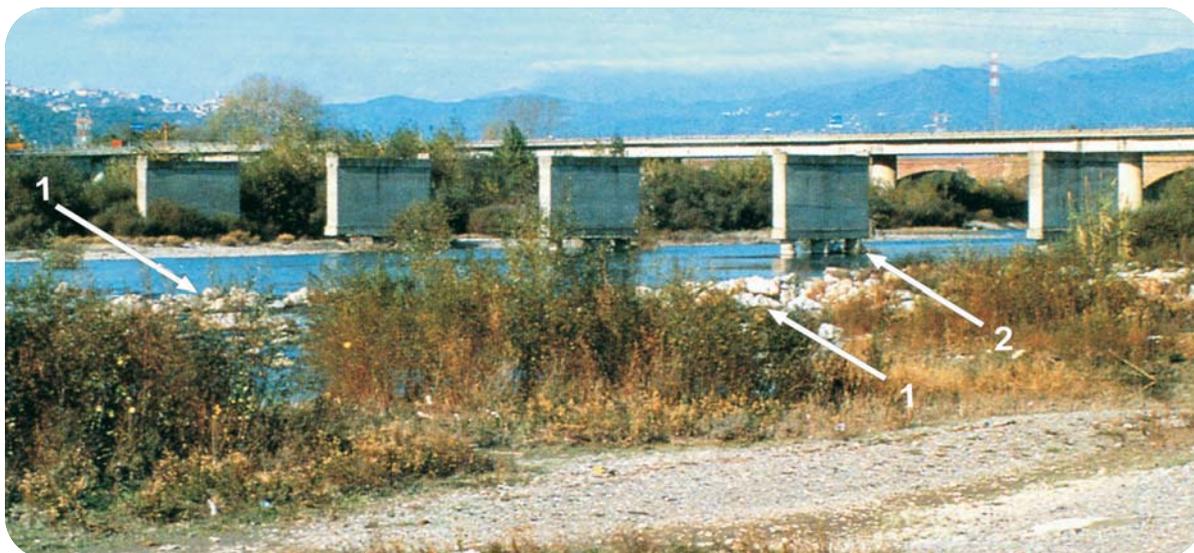
- 1) Incisione a monte e a valle. Oltre all’abbassamento diretto del livello del fondo nel punto di estrazione, l’escavazione altera il profilo longitudinale, creando un aumento locale di pendenza che tende a migrare verso monte e verso valle (Fig. 2.6).



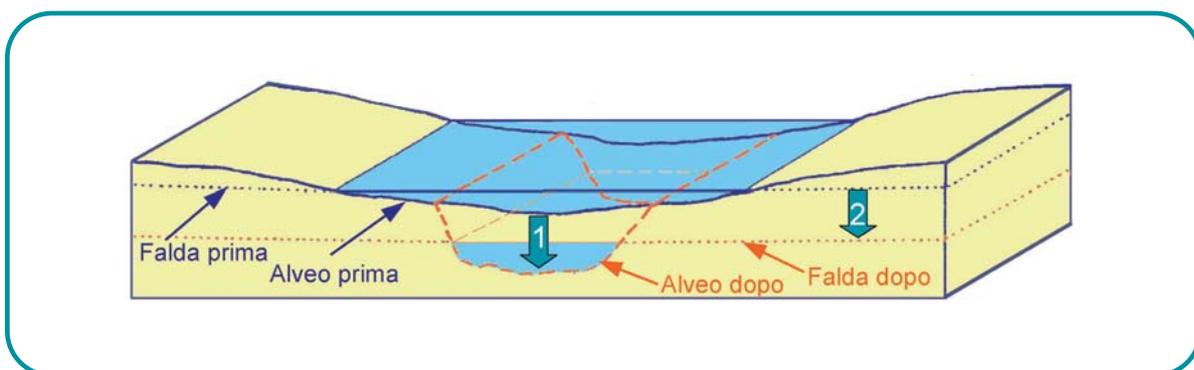
**Fig. 2.6** Effetti morfologici verso monte e verso valle dell’estrazione di inerti dagli alvei fluviali: nel corso degli anni il deficit solido causato dall’escavazione locale si redistribuisce lungo le intere aste fluviali, producendo un’erosione generalizzata dalla sorgente alla foce (Figura: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

- 2) Instabilità dell’alveo. L’incisione è spesso accompagnata da instabilità laterale e variazioni di larghezza, innescando erosione delle sponde e migrazione laterale in tratti precedentemente stabili.
- 3) Instabilità di manufatti e infrastrutture. Come risultato dell’abbassamento del fondo, le pile dei ponti o altre strutture su piloni o pali possono essere “scalzate” e destabilizzate (Fig. 2.7) mentre condotte o altre strutture sepolte sotto il fondo possono essere esposte o danneggiate.
- 4) Erosione costiera. Il deficit di sedimenti prodotto dalle estrazioni può avere effetti importanti anche sull’equilibrio delle coste, innescando o accentuando l’arretramento delle spiagge.





**Fig. 2.7** Fiume Magra (SP), 1987. L'erosione indotta dalle escavazioni ha indebolito e, nel 1970, provocato il crollo del ponte di Romito (i cui resti sono indicati dalle frecce 1). Dopo oltre 15 anni dall'interruzione delle escavazioni, lo scalzamento dei piloni del nuovo ponte (freccia 2) -costruito in sostituzione del precedente- mostra che il deficit solido sta ancora redistribuendosi lungo l'intera asta fluviale, minacciando la stabilità dei manufatti. La convenienza delle escavazioni in alveo sussiste solo da un punto di vista privatistico, se qualcun altro (la collettività) ne paga i costi, ambientali ed economici (Foto: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).



**Fig. 2.8** Abbassamento della falda freatica conseguente alle escavazioni in alveo. L'abbassamento del fondo (freccia 1) induce un "effetto canalizzazione" dell'alveo (sponde più ripide) e l'abbassamento del pelo libero dell'acqua (in continuità col livello della falda): ne deriva il drenaggio della falda il cui livello si abbassa (freccia 2) su tutta l'estensione dell'acquifero della piana provocando problemi collaterali, per esempio tipicamente la riduzione delle risorse idriche sotterranee e l'aumento dei costi di sollevamento (pompaggio) (Figura: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

- 5) Abbassamento della falda freatica. L'incisione dell'alveo è accompagnata da un abbassamento del pelo libero dell'acqua fluviale e delle falde ad essa idrogeologicamente connesse (Fig. 2.8). Tra le conseguenze, le difficoltà di approvvigionamento idrico, la scomparsa di aree umide e l'alterazione della vegetazione riparia (suolo più secco). Nelle zone costiere, l'abbassamento della falda può favorire l'ingresso del cuneo salino. Inoltre anche la riduzione della frequenza di esondazione -conseguente all'approfondimento dell'alveo e al suo "effetto canalizzazione"- riduce la ricarica naturale delle falde.
- 6) Aumento del rischio idraulico a valle del tratto di estrazione. L'effetto complessivo dell'escavazione, come già osservato, è generalmente quello di una riduzione della frequenza di esondazione, a causa soprattutto del significativo aumento dell'area della sezione; ciò comporta un aggravio della pericolosità idraulica a valle, per l'arrivo di portate di piena maggiori (in pratica si trasferisce il problema a valle). Generalmente, inoltre, per l'effetto canalizzazione e la riduzione di scabrezza (es. rimozione delle barre), si verifica un'accelerazione della corrente che può accentuare il picco di piena a valle.





## 2.5 Ingegneria Naturalistica

perché va usata con attenzione e spesso non serve a riqualificare i corsi d'acqua

Negli ultimi anni si è diffuso l'uso dell'"ingegneria naturalistica" e molti enti (Regioni, Province, Comuni) hanno emanato norme o direttive che ne raccomandano l'uso negli interventi di gestione dei corsi d'acqua. Addirittura, in un vasto pubblico, si è sviluppata l'idea che per riportare i corsi d'acqua verso un "migliore stato ecologico" sia necessario intervenire con l'ingegneria naturalistica. La realtà è molto diversa. L'ingegneria naturalistica, infatti, pur avendo svolto un ruolo culturale di portata storica (impiegando le piante anziché il cemento nelle opere di consolidamento), è rimasta subalterna alla logica tradizionale: anziché proporsi di raggiungere un assetto d'equilibrio con le dinamiche fluviali, ha mantenuto l'obiettivo di fondo di "domare il fiume", opponendosi alle sue dinamiche e consolidandone l'assetto artificiale. Così, nell'applicazione pratica si è spesso ridotta a realizzare alvei rettilinei, piatti, con sezione trapezoidale e sponde ripide, assumendo un ruolo di pura "cosmesi ambientale" (Fig. 2.9).



**Fig. 2.9** Esempi di ingegneria naturalistica finalizzata, in questi casi, ad opere di pura artificializzazione dell'alveo e "cosmesi ambientale". Foto a sinistra: consolidamento spondale rigido e geometrico: in sinistra idrografica (a destra nella foto) con scogliera; in destra con terra armata, talee e piantine (T. San Martino, prov. GE, 1995). Foto a destra: geostuoia preseminata finalizzata a rinverdire e proteggere l'innaturale percorso rettilineo e geometrico (T. Montignoso, prov. MS, 1997) (foto a sinistra: da Regione Liguria, 1996; a destra: G. Sansoni; da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

Nel merito, l'ingegneria naturalistica si definisce come l'impiego di piante vive o parti di esse, eventualmente coadiuvate da materiali morti (massi, tronchi, legname, geostuoie, ecc.), per risolvere problemi di "dissesto idrogeologico": la protezione contro l'erosione, la stabilizzazione e la rigenerazione dei suoli. È quindi, sostanzialmente, una classe di tecniche a basso impatto ambientale per il consolidamento del suolo. In questa veste assume le caratteristiche di un'ottima soluzione per minimizzare l'impatto di interventi realmente irrinunciabili. Diviene invece controproducente quando, come spesso accade (non solo in Italia), è usata per dare una "pennellata di verde" ad opere di artificializzazione (rettifiche, risagomature, difese per bloccare la mobilità dell'alveo), uso per il quale si è meritata l'appellativo di "cemento verde".

## 2.6 Manutenzione del territorio

dove si evidenzia l'ambiguità del concetto, in quanto in molte situazioni il territorio si mantiene benissimo da sé

Uno dei luoghi comuni più diffusi sul rischio idrogeologico è che esso dipenda dalla mancata "manutenzione del territorio", in particolare nelle zone di montagna e collina. Ma come si "mantiene" un territorio? In genere si associa questo termine ad alcune attività legate all'agricoltura in aree collinari e montane (ma spesso utilizzate anche in pianura, nelle aree a bassa permeabilità del suolo), in particolare la pratica dei terrazzamenti o le piccole opere idrauliche volte a limitare l'erosione dei suoli agricoli; si attribuisce così il dissesto all'"abbandono della montagna" e alla "mancata manutenzione". Ma se analizziamo gli effetti reali dell'abbandono di tali pratiche, ci rendiamo conto che molto raramente la mancata manutenzione può essere la causa del dissesto.

Prendiamo il caso dei terrazzamenti: in genere la mancata manutenzione dei terrazzamenti è dovuta all'abbandono delle pratiche agricole in alcune aree svantaggiate.

Una corretta manutenzione delle opere di terrazzamento era essenziale quando le aree erano coltivate (quindi prive di copertura forestale) per evitare l'erosione delle acque di pioggia. L'abbandono dell'attività agricola delle aree terrazzate però, lascia il posto alla ricolonizzazione da parte della vegetazione naturale che si insedia portando in pochi anni ad una copertura di arbusti e, negli anni successivi, al bosco. Tale copertura forestale è la più efficace opera di protezione del suolo localmente e di riduzione del rischio idraulico a valle: le radici di alberi e arbusti -ben più profonde ed estese di quelle delle specie coltivate- consolidano il terreno, mentre le chiome trattengono la pioggia, aumentando il tempo che le acque impiegano per giungere al corso d'acqua recettore (hanno quindi un effetto positivo dal punto di vista "idrologico"). Dunque, se è vero che per evitare la destabilizzazione dei terrazzi conseguente al loro abbandono, quest'ultimo dovrebbe essere accompagnato -in un primo periodo- da interventi attivi di riprofilatura del suolo e di rimboschi-



mento, è altrettanto vero che a lungo termine l'abbandono dei terrazzamenti porta al miglioramento dell'assetto idrogeologico.

Quanto alle opere di protezione del suolo, esse spesso consistono nella realizzazione e manutenzione di sistemi di drenaggio volti ad allontanare le acque dal campo coltivato, in modo da evitare l'erosione del suolo o il ristagno nelle zone di pianura. Tali opere hanno un effetto "idrologico" opposto a quello della vegetazione: accelerano i deflussi verso il corpo recettore, sono quindi decisamente negative per il rischio idraulico complessivo anche se hanno localmente un effetto positivo: si limitano in pratica a spostare il rischio "a valle"!

È necessario inoltre ricordare (vedi voce "erosione") che l'erosione non è sempre negativa e che, in molti casi, i problemi di carenza di trasporto solido -causati anche dalle escavazioni (vedi voce "escavazioni")- richiedono misure volte ad aumentare l'erosione dei versanti e non a ridurla (vedi paragrafo 3.2 Riequilibrare il ciclo sedimentario).

Vi è però un caso in cui la "manutenzione del territorio" è necessaria: quello delle strade realizzate sui versanti collinari e montani. Queste opere sono spesso la causa principale delle frane di versante: l'alterazione del profilo di versante facilita l'incanalarsi delle acque e costituisce l'"innesco" della frana (Fig. 2.10).



Fig. 2.10. Una strada forestale nella zona di Arbus (Cagliari): si nota l'evidente interruzione del profilo di versante (foto: Ambiente Italia s.r.l.)

Per questo motivo le strade di versante dovrebbero essere realizzate solo quando assolutamente necessarie e, dotate di sistemi per il consolidamento delle scarpate e di opere accessorie per la riduzione della velocità delle acque di drenaggio stradale e lungo gli impluvi (ricorrendo a tecniche appropriate, vedi voce "ingegneria naturalistica"). Tali opere devono essere soggette ad una attenta manutenzione.

## 2.7 Mettere in sicurezza

una terminologia ambigua, perché può dare una falsa sensazione di sicurezza

Vedi Rischio idraulico (par. 2.9).

## 2.8 Pulizia dell'alveo

che la vegetazione non è "sporcizia", né causa di inondazioni

Uno degli interventi di "gestione e manutenzione" dei corsi d'acqua più "richiesti" per ridurre il rischio idraulico è la "pulizia degli alvei" (Fig. 2.11). Con questo termine si intende l'eliminazione della vegetazione che naturalmente si forma sulle "golene", ai margini dell'alveo attivo dei corsi d'acqua: sembra quindi essere ormai radicata la convinzione che alberi, arbusti, erbe e piante acquatiche nei corsi d'acqua siano "sporcizia" da rimuovere e non una condizione naturale da tutelare. Dal punto di vista ecologico, non vi è dubbio che la presenza di vegetazione in golena sia un fatto positivo, riconosciuto ormai anche dalla normativa Comunitaria (La direttiva europea sulle acque 2000/60 fa esplicito riferimento alle piante come elemento di valutazione del "buono stato ambientale" che deve essere raggiunto) e dalla legislazione Italiana (il D.Lgs 152/99 prescrive la tutela della fascia riparia). Dal punto di vista idraulico, la presenza di vegetazione in golena ha un importante effetto: l'aumento della "scabrezza" (vedi voce "scabrezza") e quindi il rallentamento delle acque che in piena occupano anche le golene. Questo effetto idraulico -peraltro limitato a quella parte di golena dove la piena scorre con velocità elevata- è in genere positivo, perché contribuisce a trattenere l'acqua e quindi a "diluire" la piena nel tempo, abbassandone il picco. Può diventare negativo solo se si verifica in un contesto dove l'innalzamento dei livelli idrici conseguente al rallentamento dovuto alla scabrezza rischia di provocare allagamenti di centri abitati. È solo in questi casi che, a valle di adeguati studi idraulici che valutino l'impossibilità di altre soluzioni, è necessario intervenire rimuovendo la vegetazione delle golene. Va tuttavia precisato che, in una strategia intelligente per contrastare il rischio idraulico, il controllo della vegetazione in corrispondenza dei centri abitati (per velocizzare localmente le acque, abbassandone il livello) va accompagnato da un forte incremento della vegetazione a monte di essi (per rallentare localmente la corrente e laminare le piene, immagazzinandole nelle aree inondabili). Una seconda motivazione delle "pulizie fluviali" sta nel rischio che gli alberi travolti dalle piene vadano ad incastrarsi nelle arcate dei ponti, ostruendoli e provocando l'esondazione; si tratta, tuttavia, di una motivazione inconsistente. Il rischio paventato, infatti, è reale solo in occasione delle piene maggiori; ma queste sono sempre accompagnate da diffusi fenomeni franosi dei versanti boscati, che rappresentano la fonte principale degli alberi che -trascinati dalle piene- vanno ad ostruire la luce dei ponti. Contro gli alberi provenienti dalle frane le pulizie fluviali sono dunque del tutto impotenti (e, in alcuni casi, addirittura controproducenti poiché rimuovono la vegetazione riparia che potrebbe intercettare e trattenere i tronchi provenienti dalle frane). Non resta dunque che procedere saggiamente all'ampliamento della luce dei ponti, rimuovendo così le "strozzature idrauliche" (la vera causa che trasforma la vegetazione da fattore di sicurezza in fattore di rischio).



**Fig. 2.11** Tipiche “pulizie d'alveo”. Sopra: sul Torrente Uso (Rimini) la vegetazione riparia (foto a sinistra) viene eliminata con ruspe fino a lasciare la sponda completamente “pulita” (foto a destra). Sotto: effetti (devastanti) di una “pulizia d'alveo” e rimodellamento della sezione nell'Ombrone pistoiese (Foto in alto: G. Conte; in basso: B. Boz).

## 2.9 Rischio idraulico

**perché mettere in sicurezza è un'utopia e aumentarne la percezione di sicurezza può far crescere il rischio**

Il rischio è un concetto molto complesso, definito scientificamente come “il valore atteso del danno associato a un dato sistema, in un tempo prestabilito”.

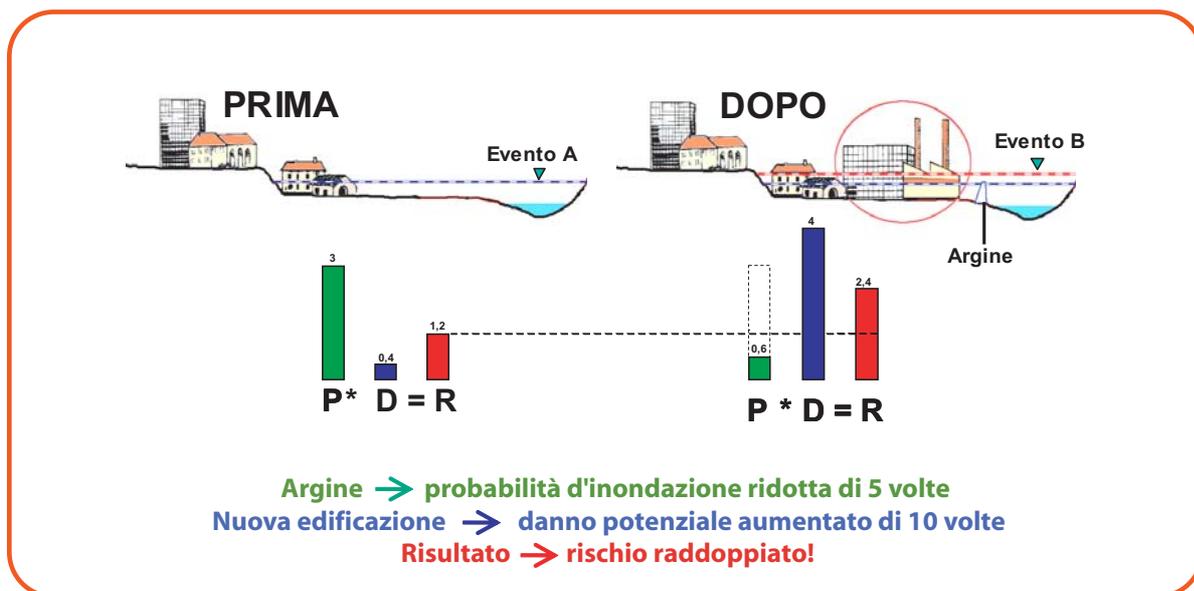
Nel caso di rischio idraulico si parla ovviamente di danno causato da una possibile inondazione, ma la definizione è applicabile (e di fatto applicata) ad altri eventi di origine naturale e antropica (terremoti, inceneritori, centrali termoelettriche...).

Semplificando molto, nella pratica, si stima il rischio in base a due fattori: il “danno” potenziale, che dipende dal valore dei beni esposti (in genere valutato -in modo molto parziale- come il valore economico degli edifici o delle infrastrutture) e la “pericolosità”, ovvero la probabilità che accada un evento che potenzialmente può danneggiare i beni esposti. Si noti che se non vi sono beni esposti (danno potenziale = 0), il rischio è zero anche in aree ad elevata pericolosità (ad es. frequentemente inondate). Gli interventi che nell'opinione comune (ma anche nel linguaggio delle Autorità di bacino) sono volti a “ridurre il rischio idraulico”, in realtà riducono la “pericolosità”: si tratta in genere di opere di difesa (argini, casse di espansione, invasi per la laminazione, ecc.) che riducono la probabilità che si verifichi un'alluvione. Meno diffusi sono gli interventi che agiscono sulla riduzione del danno potenziale, come la delocalizzazione dei beni esposti o la riduzione della vulnerabilità (rendendo i beni meno esposti al danneggiamento per alluvione, ad esempio lasciando liberi i piani bassi degli edifici o chiudendone le aperture). Alcuni esempi di interventi che riducono il danno sono citati tra le buone pratiche descritte nella sezione successiva di questo testo.

Gli usuali interventi per “mettere in sicurezza” un dato territorio sono basati su un'idea non solo “tecnicamente” sbagliata, ma anche dannosa, perché trasmette l'illusione che, una volta realizzato l'intervento, il rischio non esista più, incentivando così comportamenti che finiscono per incrementare il rischio invece che ridurlo.

Il concetto di mettere in sicurezza è tecnicamente sbagliato perché qualsiasi intervento -poniamo un argine- è progettato per un determinato “tempo di ritorno” (vedi voce “tempo di ritorno”). Anche quando il tempo di ritorno è molto lungo (poniamo duecento anni), e quindi l'argine ci difende da quasi tutte le piene che probabilmente avverranno nei prossimi duecento anni, esiste una probabilità -seppur minima- che si verifichi una piena peggiore di quella per cui l'opera è stata progettata (tale probabilità è peraltro aumentata dal cambiamento climatico, per cui i dati meteorologici storici, in base ai quali progettiamo le opere, potrebbero non rappresentare adeguatamente il clima dei prossimi anni). Inoltre, la presenza di un'opera ci difende se è ben progettata e mantenuta, ma ci espone ad un nuovo rischio: quello che l'opera non funzioni come dovrebbe. In altre parole, la realizzazione di un argine riduce certamente il rischio ma altrettanto certamente non mette in sicurezza.

Ma la cosa più paradossale è che la realizzazione di opere per ridurre il rischio può portare ad un aumento del rischio: la sicurezza percepita (e la rimozione del vincolo di inedificabilità nell'area “messa in sicurezza”), infatti, spinge ad incrementare il valore dei beni esposti favorendo la nuova edificazione e, perciò, incrementando l'entità dei danni in caso di alluvione. L'esempio della figura riflette purtroppo una realtà largamente generalizzata.



**Fig. 2.12** *Maggior protezione, può portare a ... maggior rischio! Un dato Evento A che prima produceva danno a due edifici (a sinistra), ora dopo la realizzazione della protezione arginale (a destra) è neutralizzato perché la portata è contenuta nell'alveo. Esiste però un evento superiore (Evento B), di minor probabilità, ma sempre possibile, che supera la protezione. Poiché l'illusorio senso di sicurezza fornito dall'argine ha indotto l'urbanizzazione dell'area (cerchio a destra), sono aumentati sia il danno potenziale sia il rischio complessivo (la colonna rossa, nella parte inferiore della figura a destra, è più alta della analoga a sinistra). Se, ad es., la frequenza di inondazione dell'area si riduce di 5 volte (TR da 30 a 150 anni) ma, nel caso di inondazione, il danno aumenta di 10 volte, allora si ha un raddoppio del rischio complessivo. P: pericolosità (probabilità di inondazione dell'area); D: danno corrispondente; R: rischio. (Illustrazione: A. Nardini, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).*

## 2.10 Tempo di ritorno

**dove si spiega che il termine è fuorviante perché fa pensare che, una volta accaduto l'evento, non si ripresenterà per un lungo tempo... ma la legge delle probabilità può riservare brutte sorprese...**

Il tempo di ritorno ( $T_r$ ) è uno dei concetti più citati nel campo della difesa idraulica del territorio. In termini strettamente tecnici esso è l'intervallo statistico tra due eventi della stessa intensità e rappresenta la frequenza attesa di accadimento di un evento. Traducendo: un evento con un tempo di ritorno di cento anni si verifica "statisticamente" ogni cento anni. Si tratta, appunto, di un concetto statistico: non significa che l'evento in questione non possa, a volte, presentarsi a distanza di tempo molto ravvicinata (e molti sono i casi documentati in questo senso). È perciò più corretta, anche se forse intuitivamente meno accattivante, la conversione del tempo di ritorno nella "probabilità che un determinato evento ha di verificarsi in un anno qualsiasi": ad esempio, in un dato anno, un evento con un tempo di ritorno di cento anni ha una probabilità di verificarsi pari all'1% (si noti, per inciso, che l'accadimento dell'evento non ci dà alcun periodo di "tregua": per ciascuno degli anni successivi, la probabilità resta identica, 1%).

C'è un buon motivo che consiglierebbe di abbandonare l'uso del concetto di tempo di ritorno: è che esso si presta ad un pericoloso fraintendimento, inducendo il pubblico a ritenere che dopo un evento con  $T_r$  100 anni si possa ragionevolmente contare su un periodo di "tregua" di 100 anni. In realtà, nel corso della vita media dell'uomo (70 anni), tale piena ha una probabilità del 50% di verificarsi una volta ed una del 15% di verificarsi ben due volte.

Il tempo di ritorno di una precipitazione di data intensità fa sempre riferimento ad una durata prestabilita dell'evento: è perciò più corretto parlare, ad esempio, di "precipitazione con tempo di ritorno 100 anni e durata 24 ore"; assai diversi, infatti, a parità di tempo di ritorno della precipitazione, sono gli effetti di un evento di durata limitata (e alta intensità) e quelli di un evento prolungato nel tempo (minor intensità, ma maggior volume caduto). Il tempo di ritorno di una piena, invece, si riferisce alla sola portata.

L'approccio ingegneristico tradizionale basa la difesa del territorio su tempi di ritorno prestabiliti, caratteristici. In Italia, una fognatura urbana viene progettata per tempi di ritorno al più di qualche decina d'anni, l'argine di un corso d'acqua per una piena duecentennale, mentre le dighe sono dimensionate per eventi caratterizzati da tempi di ritorno decisamente superiori. Le difese olandesi in alcuni casi sono dimensionate per eventi caratterizzati da tempi di ritorno plurimillenni.



## 3 Buone pratiche per la gestione dei corsi d'acqua

In questo capitolo si riportano alcuni esempi di buone pratiche, suddivise per linee d'azione (ovvero tipologie di azione). Per maggiore concretezza, ognuna di esse, dopo una breve introduzione, viene descritta ed approfondita attraverso l'illustrazione di casi studio reali.

### 3.1 Delocalizzare beni esposti a rischio

Tra le possibili strategie per ridurre il rischio idraulico<sup>1</sup>, una delle soluzioni apparentemente più difficili da percorrere, ma, in molti casi, più convenienti<sup>2</sup> (anche dal punto di vista economico) e sostenibili a lungo termine, è quella di "spostare" beni esposti in aree non soggette a possibili inondazioni. Oggi tale pratica è scarsamente applicata: anche in casi di edifici o opere costruiti palesemente in posti sbagliati e quindi periodicamente soggetti ad interventi per la loro manutenzione o per la ricostruzione delle opere che li difendono, si preferisce continuare con la strategia di mantenerli dove sono e proteggerli strenuamente. Si noti che molto spesso questo richiede l'investimento di denaro pubblico per difendere beni privati di valore spesso inferiore all'investimento sostenuto, con le aggravanti di danneggiare, artificializzandolo, il corso d'acqua (il cui valore ecologico e fruitivo è a sua volta patrimonio comune) e di esportare il rischio a valle. È ancora sostenibile tutto questo? I seguenti casi studio sembrano indicare che un cambiamento di rotta è possibile e spesso conveniente.

1. Per la definizione di rischio idraulico si veda il paragrafo 2.9. Rischio idraulico  
2. Infatti rispetto alla strategia del "difendere a tutti i costi", che comporta importanti impatti ambientali ed esternalità (tra le quali un possibile aumento del rischio a valle) e che, in ogni caso, non permette di eliminare completamente il rischio, la delocalizzazione consente di annullare il rischio (in loco, ed eventualmente il rischio a valle, per effetto del recupero di aree per la laminazione), permettere il recupero naturalistico e ridurre i costi a lungo termine (a fronte di una spesa iniziale che può essere maggiore).

3. L'area, infatti, era classificata "a rischio di incidente rilevante" ai sensi del D.lgs 334/99 (vedi Fig. 3.2).  
4. Tale ipotesi era stata anche avvalorata dal protocollo d'intesa stipulato tra la Regione Umbria, la Provincia di Perugia, la VII Circoscrizione ed il Comitato di cittadini "I Molini di Fortebraccio".

## CASO STUDIO 1: delocalizzazione di edifici situati nella fascia di pertinenza fluviale

### Progetto

Delocalizzazione dello stabilimento Liquigas situato nella fascia di pertinenza del fiume Tevere

### Soggetto attuatore

Liquigas

(in seguito ad accordo con il Comune di Perugia)

### Finanziamento

Da fondi privati

### Data realizzazione

2002

Il trasferimento delle attività dello stabilimento GPL Liquigas, ubicato in prossimità del fiume Tevere e dell'abitato di Ponte Valleceppi (Fig. 3.1), in area soggetta a rischio idraulico potenziale, costituisce un esempio concreto e significativo di come sia possibile eliminare il rischio consentendo, inoltre, il recupero naturalistico di un'area. Questo intervento è il frutto anche delle numerose battaglie dei comitati locali e degli ambientalisti. Interessante osservare che tale azione è stata attuata attraverso una collaborazione fra un'amministrazione comunale e una società privata; questo accordo ha permesso di attivare tutti gli strumenti normativi, pianificatori e finanziari (i fondi utilizzati sono stati a totale carico dei privati) utili a favorire il raggiungimento dell'obiettivo di delocalizzazione dell'impianto.

### Criticità e contesto territoriale

L'elemento di criticità era dato dalla presenza di uno stabilimento industriale che svolgeva attività potenzialmente pericolose<sup>3</sup> (stoccaggio del GPL, "imbottigliamento" in bombole e riempimento autobotti per la successiva distribuzione) in un'area di fascia fluviale considerata a rischio di inondazione. Una criticità aggiuntiva era data dal fatto che l'attività in questione degradava un'area con buone potenzialità ecologiche: lo stabilimento Liquigas, infatti, era ubicato lungo la ex-strada Tiberina Nord, in prossimità dell'abitato di Ponte Valleceppi, in una zona inserita nel più ampio contesto del Parco Fluviale del Tevere, che presenta, proprio a margine dell'insediamento di Ponte Valleceppi, l'importante zona di interesse naturalistico dell'Ansa degli Ornari.

La Regione dell'Umbria, l'Arpa Umbria e lo stesso Comune di Perugia erano state obbligate ad attivare un piano di emergenza esterno agli impianti, a tutela della sicurezza dell'abitato di Ponte Valleceppi. Inoltre, anche le scelte del nuovo Piano Regolatore e la definizione del Piano di riqualificazione urbana e sviluppo sostenibile del territorio (PRUSST) avevano identificato, sin dal 1999, l'esigenza di una definitiva delocalizzazione degli impianti con la possibilità di riqualificazione dell'area<sup>4</sup>.

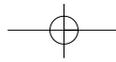


Fig. 3.1 Inquadramento dell'area: lo stabilimento Liquigas era ubicato in prossimità del fiume Tevere, in località Ponte Valleceppi (Perugia).

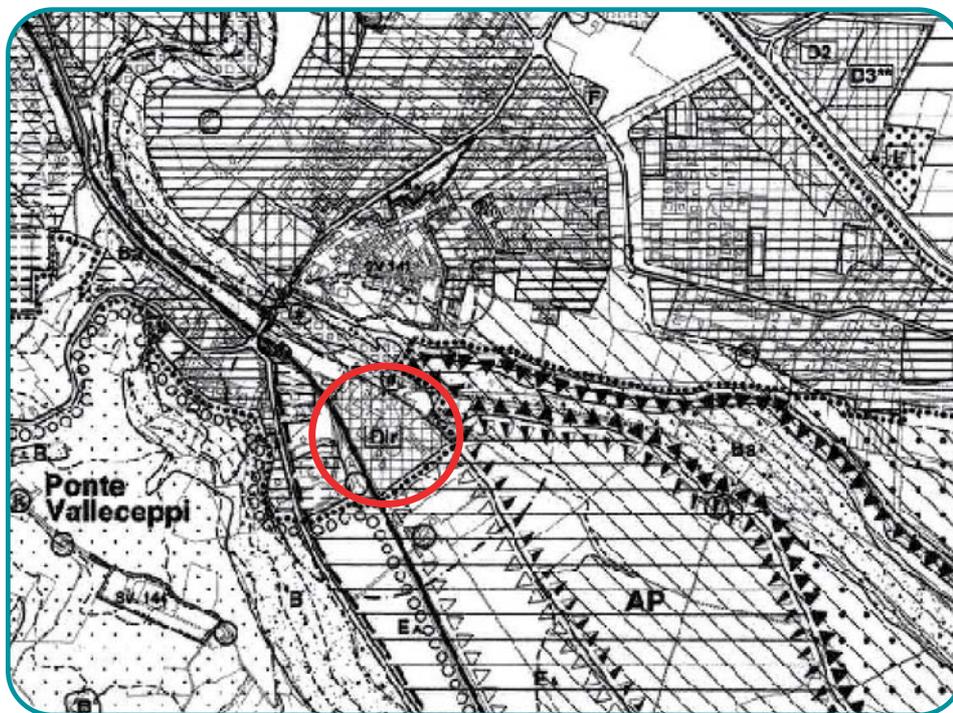


Fig. 3.2 Stralcio cartografia PRG (Piano Regolatore Vigente del Comune di Perugia): l'area occupata dallo stabilimento Liquigas (cerchio rosso) è definita a "rischio di incidente rilevante". Legenda cartografica: Dir: usi particolari, aree a rischio di incidente rilevante, art. 75 norme del TUNA del PRG (testo unico norme di attuazione); AP: Ambiti di protezione, art. 20; Ba: Boschi di particolare interesse ambientale art. 27.





### Obiettivi generali

Il trasferimento delle attività dello stabilimento Liquigas ha permesso di conseguire i seguenti obiettivi:

- riduzione del rischio idraulico della zona, anche in risposta alle pressioni delle comunità locali, visto il particolare "rischio di incidente rilevante" in relazione al tipo di attività;
- bonifica e riqualificazione di un'area inserita in un contesto di interesse naturalistico.

### Descrizione degli interventi

Nel maggio del 2002 la società Liquigas ha provveduto alla sospensione delle attività e al trasferimento delle stesse in un'altra area più idonea. Le strutture della Liquigas presenti nell'area sono state demolite e sono state avviate le operazioni di bonifica e recupero ambientale della zona, a tutt'oggi ancora in corso (erano presenti 3 serbatoi fissi fuori terra da 80 m<sup>3</sup>, un punto di travaso, un locale adibito alle operazioni di riempimento delle bombole ed un'area per il deposito delle stesse).

## CASO STUDIO 2: spostamento della viabilità per ridurre il rischio restituendo spazio al fiume

I seguenti interventi sui torrenti Parmignola e Gottero (entrambi nel territorio di competenza dell'Autorità di bacino del fiume Magra), pur essendo piuttosto modesti in termini di lunghezza del tratto interessato e forse anche di effettivi benefici ecologici al corso d'acqua, sono invece significativi e innovativi in termini di approccio seguito

e di soluzione tecnica adottata per risolvere problemi di rischio idrogeologico (alluvione ed erosione). In entrambi i casi, infatti, si è valutato conveniente spostare tratti di strada posti a ridosso dei corsi d'acqua piuttosto che irrigidire ulteriormente l'alveo o realizzare nuove opere per la loro difesa.

### Progetto

Sistemazione idraulica sponda destra del torrente Parmignola

### Soggetto attuatore

Comuni di Carrara, Sarzana e Ortonovo  
(Province della Spezia e di Massa Carrara)

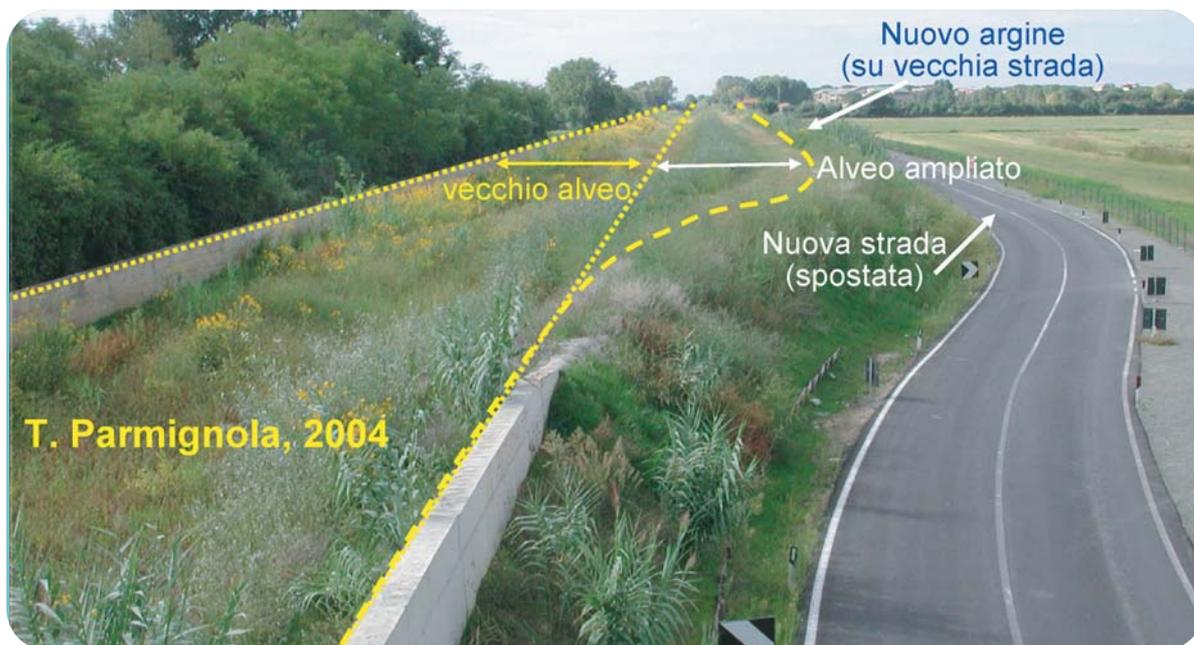
### Finanziamento

Euro 3.000.000,00

### Data realizzazione

Anni 2001-2005

Il caso del T. Parmignola è meritevole di attenzione per il tipo di soluzione che alla fine si è deciso di adottare, rispetto ad altre ipotesi inizialmente proposte, per adeguare il corso d'acqua al contenimento della piena con tempo di ritorno di 200 anni. La prima ipotesi progettuale prevedeva, come accade in moltissimi casi, di ricavare la sezione utile mediante scavi in alveo e la realizzazione di muri arginali più elevati degli argini (in terra) esistenti. Successivamente è stato proposto un parziale adeguamento dell'alveo (mediante scavi e adeguamento di quota degli argini in terra), associato alla realizzazione di una cassa di laminazione. Nessuna di queste soluzioni è stata alla fine adottata; infatti, una volta appurato che l'unico reale ostacolo all'ampliamento dell'alveo (adeguandolo così alla portata Tr. 200) era costituito dalla presenza della strada asfaltata adiacente, su parere dell'Autorità di bacino competente si è deciso di superare l'ostacolo spostando la strada e raddoppiando l'ampiezza dell'alveo (Fig. 3.3)



**Fig. 3.3** Nell'immagine si osserva la leggera curva imposta al tracciato stradale per allontanarlo dall'alveo del torrente; le linee tratteggiate in giallo mostrano rispettivamente il vecchio alveo e il nuovo alveo ampliato. La freccia bianca a doppia punta indica l'ampliamento dell'alveo ottenuto: la nuova sezione permette il raggiungimento degli obiettivi idraulici (contenimento della piena con Tr 200) (immagine: Giuseppe Sansoni).





### Criticità e contesto territoriale

Gli interventi complessivi sul Torrente Parmignola sono stati realizzati nei Comuni di Carrara, Sarzana e Ortonovo (Province di Massa Carrara e della Spezia). Nello specifico, il tratto oggetto di ampliamento dell'alveo attraversa l'area artigianale di Ortonovo, l'area agricola della tenuta di Marinella e l'abitato di Marinella.

Il tipo di criticità era prevalentemente di natura idraulica per l'impossibilità di contenere eventi di piena con tempi di ritorno duecentennali.

### Obiettivi generali

L'obiettivo generale del progetto è stato l'adeguamento del torrente al contenimento di piene con tempi di ritorno di 200 anni; il tutto chiaramente cercando di contenere i costi di realizzazione e di manutenzione delle opere di difesa danneggiate e di minimizzare l'impatto ecologico sul corso d'acqua.

### Descrizione degli interventi

Per la realizzazione dell'intervento è stato concordato con i comuni lo spostamento della strada intercomunale che collega Ortonovo con Marinella. Tale spostamento (Fig. 3.4) ha permesso di realizzare un alveo più largo (circa il doppio di quello esistente) ed un'arginatura con tecniche di ingegneria naturalistica (graticciate, ecc.) idonea al contenimento della portata duecentennale.

### Progetto

Progetto definitivo per la realizzazione di interventi di sistemazione idraulica in sponda sx del torrente Gottero a difesa di viabilità comunale

### Soggetto attuatore

Comune di Sesta Godano (La Spezia)

### Finanziamento

Euro 195.000

### Data realizzazione

Non ancora realizzato, ma giunto all'approvazione definitiva con parere favorevole del Comitato Tecnico dell'Autorità di bacino in data 17/10/2006

Il caso riguarda il T. Gottero che, nel corso di un evento alluvionale, ha danneggiato alcune opere di difesa esistenti e ha provocato fenomeni erosivi tali da minacciare la viabilità limitrofa. L'aspetto rilevante del caso studio è che, per risolvere tale criticità, rispetto ad un tipo di proposta iniziale che prevedeva solo "classici" interventi di ripristino delle opere idrauliche, è prevalsa, a seguito del parere dell'Autorità di bacino, una proposta più articolata che ha previsto, in sostanza, lo spostamento della strada a maggior distanza dall'alveo, limitando così le opere di difesa a quelle necessarie alla sola protezione di un ponte.



**Fig. 3.4** Torrente Parmignola, presso Marinella di Sarzana: nella vista dall'alto è evidenziato il tratto stradale oggetto di arretramento (rispetto alla sponda); si nota anche l'alveo più ampio del T. Parmignola.





### Criticità e contesto territoriale

L'intervento riguarda un tratto del torrente Gottero che attraversa un'area agricola del comune di Sesta Godano (La Spezia).

La criticità è legata ai danni occorsi durante l'alluvione del 2002, durante la quale l'azione erosiva del T. Gottero ha provocato:

- l'asportazione e il danneggiamento di una parte delle opere di difesa esistenti costituite da gabbionate e scogliere;
- il grave danneggiamento di una briglia in pietra e calcestruzzo;
- l'erosione di tratti di sponda naturale in grado di compromettere l'attuale tracciato di una strada comunale.

### Obiettivi generali

L'obiettivo generale del progetto è stato quello di salvaguardare la viabilità comunale a fronte dei dissesti provocati dall'azione erosiva del corso d'acqua, cercando di contenere i costi di realizzazione e di manutenzione delle opere di difesa danneggiate e di minimizzare l'impatto ecologico sul corso d'acqua.

La soluzione finale (ripristino di alcune opere associate allo spostamento della viabilità esistente) è in grado di avvicinare tutti gli obiettivi:

- maggiore sicurezza a seguito dell'allontanamento della strada dai tratti in erosione;
- contenimento dei costi a lungo termine: il tratto già in passato aveva evidenziato delle criticità ed era stato oggetto di ripetuti interventi di manutenzione. Mantenendo la strada in quella sede sarebbe inevitabilmente rimasta esposta ai danni da piena e a continui costi di manutenzione.
- i vantaggi ambientali sono legati alla riduzione dei vincoli al libero spostamento laterale del fiume (in vista dell'istituzione della Fascia di Mobilità Funzionale<sup>5</sup>) e al mancato impatto legato ai continui interventi di manutenzione.

### Descrizione degli interventi

Nel suo complesso il progetto prevede di realizzare:

- una serie di opere idrauliche a sola difesa del ponte (che non viene delocalizzato): ripristino della briglia danneggiata, realizzazione di nuove scogliere in massi a protezione delle spalle del ponte, etc.
- lo spostamento di un tratto dell'antica viabilità comunale in nuova posizione, sul limite del versante collinare (Fig. 3.5).



**Fig. 3.5** Torrente Gottero, presso Sesta Godano: nella vista dall'alto è evidenziato il tratto stradale oggetto di arretramento (rispetto alla sponda); il ponte invece viene protetto con alcune opere idrauliche

5-  
Il concetto di "Fascia di Mobilità Funzionale" è stato recentemente introdotto in Francia ("Spazio di mobilità funzionale", Piégay et al., 1994, 1996; Malavoy et al., 1998) e, in campo nazionale (per il F. Tagliamento) da Baruffi (Baruffi et al., 1994). Secondo tali lavori, la fascia di mobilità funzionale comprende quella fascia in cui ha divagato il fiume durante le ultime centinaia di anni e le zone di probabile riattivazione per erosione laterale nel medio periodo (prossimi 40-50 anni). Tale fascia, in corso di istituzione nel bacino del Magra, è finalizzata a garantire la libera divagazione del corso d'acqua e rappresenta perciò il miglior presupposto per il pieno recupero della sua naturalità.



## 3.2 Riequilibrare il ciclo sedimentario

Un fiume instabile dal punto di vista geomorfologico è in grado di provocare enormi problemi di dissesto idrogeologico e danni ancor più gravi degli eventi alluvionali: drammatiche incisioni degli alvei e conseguenti frane delle sponde e dei versanti, erosioni laterali con possibili interessamento di strade o insediamenti, eccessivi e innaturali accumuli di sedimenti (sovralluvionamento) e conseguente incremento della probabilità di inondazioni, ecc. La risposta dell'uomo a questo tipo di problematiche<sup>6</sup> si è quasi sempre basata sulla logica di "disinfettare" le ferite più superficiali senza provare a "stroncare davvero la malattia"; ecco quindi il fiorire di interventi tampone, quali difese spondali, briglie, soglie, ecc. ed ecco puntualmente il problema ripetersi all'evento successivo, magari qualche decina di metri più a valle. Per sfuggire a questa logica si inizia oggi a ragionare in termini completamente diversi: perchè non affrontare direttamente le cause di tale instabilità, provando a riportare il fiume verso un nuovo stato di equilibrio dinamico (un fiume cioè attivo, ma con dinamiche non disastrose e più controllabili)? In altre parole, se un fiume presenta un deficit o un eccesso di sedimenti in un tratto è possibile trovare una strategia, affinché tale deficit/eccesso venga colmato/ridotto e quindi si ritrovi anche una maggiore stabilità delle aree limitrofe? L'approccio geomorfologico alla riqualificazione dei corsi d'acqua permette molto spesso di individuare le soluzioni più idonee per riequilibrare il fiume in termini di equilibrio sedimentologico: individuare e riattivare delle fonti di sedimenti immobilizzate nei versanti, rimuovere opere, immettere materiale in alveo prelevato da punti di eccessivo accumulo... soluzioni complesse per problemi complessi!

### CASO STUDIO: ripristino della dinamica morfologica di un fiume

#### Progetto

Progetto Life Natura "Conservazione degli habitat creati dalla dinamica del fiume Ain"

#### Soggetto attuatore

Consorzio della Bassa Valle dell'Ain

#### Finanziamento

1,7 milioni di euro<sup>7</sup>

#### Data realizzazione

2003-2007

Il caso studio in esame non è, a ben vedere, esemplificativo di un intervento di riequilibrio del ciclo sedimentario finalizzato a risolvere classici problemi di dissesto idrogeologico (strade e agglomerati che frano in alveo a seguito di fenomeni di incisione generalizzata). Infatti, il suo scopo ultimo è quello di risolvere un altro classico problema causato dai fenomeni di incisione e canalizzazione degli alvei: la perdita di habitat significativi per la

conservazione della biodiversità. Nonostante il fine diverso di questa esperienza, estremamente innovativa, il percorso e gli interventi messi in campo per risolvere un significativo problema di incisione dell'alveo<sup>8</sup> possono essere adottati anche per risolvere problemi di dissesto. Infatti, l'idea di ridare al fiume il giusto apporto dei sedimenti là dove mancano (evitando di prelevarli e riattivando delle potenziali fonti) è spesso l'unica soluzione di fronte a problemi di grande complessità come quelli legati alla presenza di un alveo che si abbassa destabilizzando i versanti e tutto quello che su di essi giace.

#### Criticità e contesto territoriale

Il fiume Ain<sup>9</sup> storicamente presentava una dinamica geomorfologia particolarmente attiva con diffusi fenomeni di divagazione laterale; il frequente rinnovamento del substrato determinato da questi processi permetteva il mantenimento di specie pioniere tipiche dei substrati alluvionali e favoriva la creazione di un mosaico di habitat in grado di supportare una comunità animale e vegetale estremamente ricca e variegata<sup>10</sup>. Tale diversità morfologica e di habitat (dovuta in particolare alla presenza di bracci fluviali morti) è però oggi minacciata dalla perdita di mobilità dovuta alla progressiva incisione dell'alveo, causata dalla riduzione dell'apporto dei sedimenti, intrappolati da alcuni sbarramenti posti a monte (Fig. 3.6).

6. In grandissima parte da imputare proprio ad irresponsabili interventi antropici quali il prelievo di sedimenti, la costruzione di dighe, rettifiche e restringimenti d'alveo, ecc.  
7. Il progetto è stato finanziato dall'Unione Europea (50%), insieme a Stato (20,5%), Regione (10%), Dipartimento (che corrisponde, in linea di massima, alla nostra Provincia, 7,6%), Autorità di bacino (10%) e una piccola quota di autofinanziamento (1,9%).

8. Una recente revisione ed analisi critica di tutte le pubblicazioni esistenti sulle variazioni recenti di fiumi italiani (Surian e Rinaldi, 2003) ha messo in evidenza che le variazioni morfologiche più comuni durante gli ultimi 100 anni sono state l'incisione, il restringimento e la variazione di configurazione dell'alveo. Abbassamenti del fondo di 3-4 m sono comuni a molti fiumi italiani, ma in alcuni sono stati osservati abbassamenti di oltre 10 m. Alcuni esempi significativi sono: il Po, con abbassamenti compresi tra 1 e 6 m (ma localmente anche superiori a 10 m); l'Arno, con abbassamenti generalmente tra 2 e 5 m, ma localmente anche fino a 9 m (Rinaldi e Simon, 1998); il Brenta, con abbassamenti di 4-8 m; vari affluenti appenninici del Po (Secchia, Taro) e vari fiumi delle Marche, con abbassamenti di 2-5 m, ma localmente anche fino a 12-13 m. Altrettanto importante è stato per alcuni fiumi il restringimento dell'alveo di piena. Gli esempi meglio documentati sono relativi a numerosi fiumi del Piemonte, al Piave e a vari fiumi della Toscana (Rinaldi, 2003), con restringimenti in vari casi maggiori del 50%, fino anche al 70-90%.

9. Il fiume Ain, situato a Nord-Est di Lione (Francia), presenta una portata media annuale di 120 m<sup>3</sup>/s per un bacino di 3640 Km<sup>2</sup>. Il fiume ha tuttora un grande interesse ecologico, confermato dalla recente decisione della Commissione Europea di avviare il programma Life Natura "Conservazione degli habitat creato dalla dinamica del fiume Ain" (2003-2007).  
10. Questa zona presenta una notevole ricchezza di ecosistemi acquatici, forestali e di brughiera; ospita specie protette a livello europeo come la lontra, la tartaruga palustre e l'asprone (*Zingel asper*).

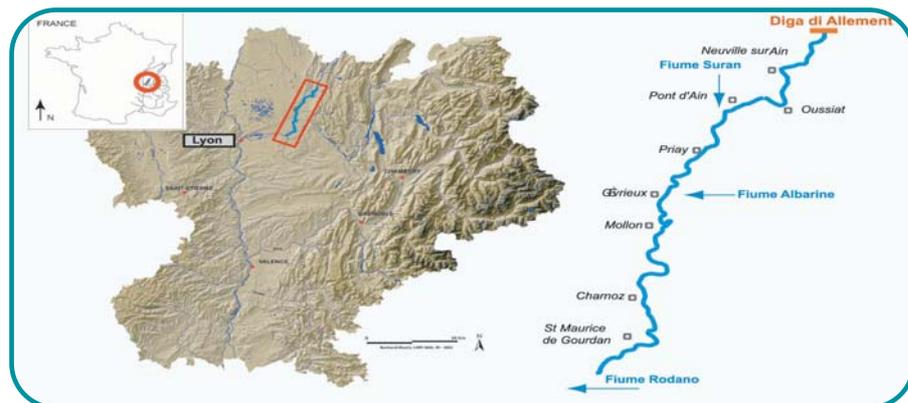


Fig. 3.6 Localizzazione della bassa valle dell'Ain (nel rettangolo rosso). Si noti (in alto a destra) la presenza di uno sbarramento (Diga di Allement) nella sezione più a monte. (Immagine: Anne Julia Rollet)

Questa conclusione è stata raggiunta grazie ad uno studio geomorfologico<sup>11</sup> che ha evidenziato un processo di “corazzamento” dell'alveo a valle degli sbarramenti: i sedimenti più fini sono cioè progressivamente asportati dalle piene più importanti, ma non sono rimpiazzati dall'apporto di monte; rimangono così in loco solo i sedimenti più grossolani, di difficile movimentazione. Il tratto corazzato è fortunatamente ancora abbastanza localizzato, ma si teme un progressivo avanzamento del fenomeno verso valle; questo comporterebbe la compromissione di un tratto di fiume di grande valore ecologico (tratto di Mollon, Fig. 3.7)

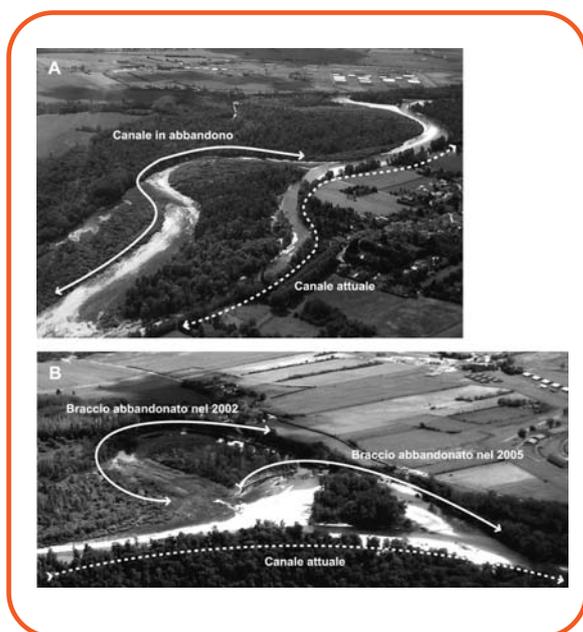


Fig. 3.7 Il tratto a monte dell'abitato di Mollon, caratterizzato ancora per una certa dinamicità e ricchezza di habitat, è minacciato a breve termine dalla perdita di mobilità laterale e incisione del canale principale: si notino il canale laterale in via di abbandono (figura A, tratto a valle del ponte di Gévieux) e i due bracci abbandonati di recente (figura B, tratto nella zona di Martinaz). (Immagine: Anne Julia Rollet)

### Obiettivi generali

Per cercare di porre un freno al fenomeno e di recuperare una parte degli habitat perduti, il Consorzio della Bassa Valle dell'Ain<sup>12</sup> ha proposto all'Unione Europea un progetto LIFE<sup>13</sup> della durata di 4 anni e con un impegno economico complessivo di 1,7 milioni di euro. L'obiettivo generale del progetto è l'individuazione delle possibili fonti di

sedimenti (da rimobilizzare per colmare il deficit registrato) e la realizzazione dei primi interventi concreti per una loro “restituzione” al corso d'acqua.

### Descrizione degli interventi

Per colmare il deficit sedimentologico, sono stati identificati differenti scenari di reintroduzione di sedimenti, cercando di limitare il disturbo all'alveo e il passaggio dei mezzi pesanti; il sistema più facile per ridurre gli inconvenienti dovuti al trasporto dei carichi con i camion è risultato quello di mobilizzare i sedimenti direttamente dall'attuale piana inondabile. Lo scavo di sedimenti dalla piana e la loro reintroduzione nel canale ne innalzerebbero il fondo: ciò, in azione sinergica con l'abbassamento topografico della piana, permetterebbe di ristabilire gli scambi idrici tra il canale principale e le zone umide adiacenti.

### Sono state quindi proposte due possibili soluzioni:

- immettere in alveo i sedimenti ricavati da attività di escavazione realizzate per riaprire alcuni bracci morti sconnessi in modo permanente dal corso d'acqua: questo permetterebbe di conseguire il duplice obiettivo di riattivare forme fluviali di straordinaria importanza e di ridurre il fenomeno di incisione;
- mobilizzare i sedimenti accumulati nella piana attuale in modo da favorire la successiva riattivazione dei naturali processi di erosione laterale: questa soluzione permetterebbe di fornire un volume di sedimenti sufficiente per alimentare il corso d'acqua per alcuni decenni (da 40 a 120 anni a seconda della superficie considerata).

11. Inserito all'interno del programma regionale di ricerca sulle Tematiche prioritarie (2003-2006) “Modificazioni antropiche del flusso (trasporto solido) di sedimenti, risposte degli ecosistemi e azioni di recupero”, adottato nell'ambito del ZABR (Zone Atelier Bassin du Rhône, “Zona Laboratorio Bacino del Rodano”), un “gruppo di interesse scientifico” composto da 13 centri di ricerca, con 20 gruppi di lavoro in una dozzina di discipline diverse.

12. Il Consorzio della Bassa Valle dell'Ain coordina l'insieme delle azioni in stretta collaborazione con gli enti che gestiscono i siti naturali: l'ONF, le CRÉN (Conservatoire Régional des Espaces Naturels) et la Fédération de Chasse de l'Ain.

13. Life Natura “Conservazione degli habitat creati dalla dinamica del fiume Ain”. Il progetto è stato approvato e cofinanziato dalla Commissione Europea per un 50 % dell'importo totale.

Ad oggi sono stati realizzati interventi concreti solo per quanto concerne la reimmissione di materiale proveniente dalla riattivazione di bracci morti (Fig. 3.8): ne sono stati ripristinati due, permettendo di immettere nel canale principale 20000 m<sup>3</sup> di sedimenti grossolani. L'intervento viene monitorato basandosi sull'analisi di immagini da satellite ad alta risoluzione.



Fig. 3.8 Introduzione artificiale in alveo di sedimenti risultanti dal ripristino di bracci morti. (Foto: E. Favre, CREM)

### 3.3 Valutare quanto può convenire l'alternativa di ridare spazio al fiume

Sempre più spesso, a livello pianificatorio, ci si pone il quesito se sia sempre conveniente e sostenibile difendere (o continuare a difendere) un'area a rischio di inondazione o di erosione, o se questa possa non essere necessariamente la scelta migliore (vedi a tale proposito anche le tesi affrontate nel paragrafo 3.1). Per poter affrontare correttamente la questione è utile, in questi casi, riuscire a quantificare in modo oggettivo tutti i costi e tutti i benefici che le due alternative "difendere" o "non difendere" (o altre intermedie tra esse) possono comportare; questo tipo di analisi dovrebbe essere condotta molto più spesso di quanto non si faccia oggi e, se così fosse, è realistico pensare che i risultati sarebbero tutt'altro che scontati: non sempre, come oggi si assume, prevarrebbe l'idea della difesa a tutti i costi.

Proprio perché tale pratica non è consolidata, diventa significativo riportare un caso studio centrato proprio sulla sperimentazione di un metodo per realizzare questo tipo di valutazione; l'esempio che segue, pertanto, pur

essendo uno studio, piuttosto che un progetto di interventi concreti (come tutti gli altri casi selezionati per questa pubblicazione), viene comunque inserito in quanto esplicativo di un approccio che, se adottato in modo più sistematico, potrebbe avere forti e positive ricadute in termini di scelte pianificatorie e progettuali.

## CASO STUDIO: sperimentazione di un metodo di valutazione di diverse alternative di pianificazione dell'assetto di un tratto di fiume<sup>14</sup>

#### Progetto/studio

Studio propedeutico a un piano partecipato di gestione e di intervento sostenibile per la zona fluviale del Torrente Gesso tra Borgo San Dalmazzo, Boves e Cuneo (Piemonte)

#### Soggetto attuatore

Comune di Cuneo e Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (CIRF)

#### Finanziamento

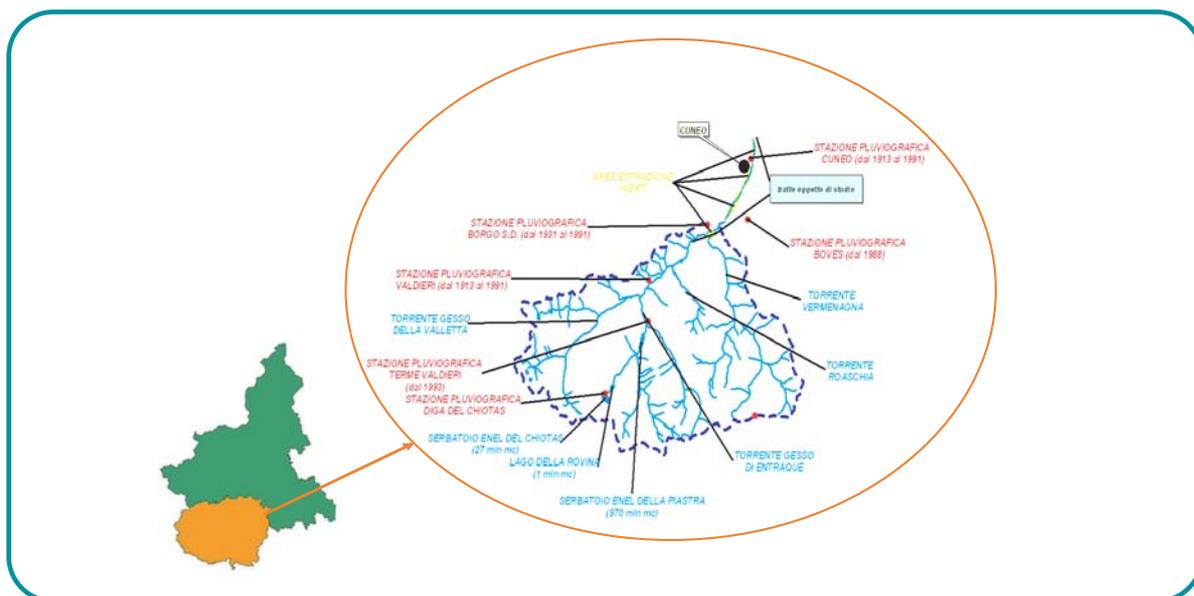
Euro 40.000, da bando della Fondazione CRT

#### Data realizzazione

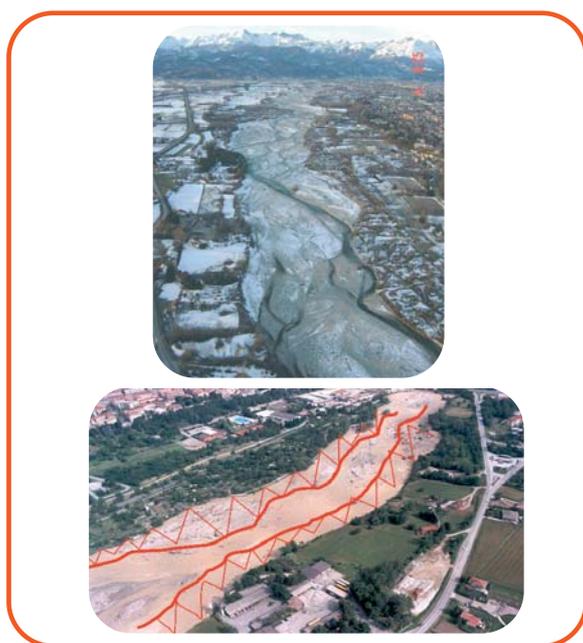
2004

Questa esperienza dimostra come non sia a priori detto che difendere con opere un territorio "minacciato di erosione da parte di un fiume" sia necessariamente la scelta migliore. Esplora una metodologia che permette di capire, in termini di costi e di effettivi benefici, quale sia la più conveniente fra diverse alternative progettuali: di fronte ai danni provocati dall'ennesimo evento alluvionale, è più conveniente non fare nulla oppure continuare a costruire e fare manutenzione sulle opere di difesa come sempre fatto in passato o, infine, pensare ad una soluzione diversa, come quella di rinunciare completamente o in parte a difendere alcune porzioni di territorio "restituendole" al fiume, ed alleggerendosi quindi dei continui costi di manutenzione?

14.  
Il caso studio è qui descritto in modo sintetico; per maggiori dettagli si veda il sito web del CIRF, ([www.cirf.org](http://www.cirf.org)), sezione progetti la relazione completa disponibile presso il Comune di Cuneo, Assessorato all'Ambiente



**Fig. 3.9** La collocazione geografica di questo studio è il basso Piemonte (il bacino è visibile nella figura a sinistra, in arancione), Comune di Cuneo, Borgo San Dalmazzo, Boves e Roccaione. Il torrente Gesso trae origine a sud ovest della Provincia di Cuneo, dalle Alpi Marittime sul confine italo-francese (Cima Argentera 3.297 m s.l.m.). È formato da due principali rami di monte (Gesso della Valletta e Gesso di Barra) confluenti a Valdieri, a circa 20 Km dalla confluenza nel torrente Stura di Demonte a Cuneo. Uno di questi due rami (Gesso di Barra) presenta una serie di grossi sbarramenti artificiali di gestione ENEL. A Borgo San Dalmazzo (10 Km a monte di Cuneo) il Gesso riceve il torrente Vermenagna, suo principale affluente di destra. La fascia di territorio che costeggia il T. Gesso -dove sono insediate alcune attività umane- è a rischio di erosione ed esondazione e richiede interventi di protezione frequenti e costosi: un tratto di questa fascia (in alto a destra nella figura) è stato oggetto del presente studio.



**Fig. 3.10** Sopra: vista aerea del T. Gesso in inverno nel territorio del Comune di Cuneo; sotto: il torrente dopo una piena (2002) con indicata (reticolato rosso) la fascia di territorio "strappata" dal fiume (circa 100 ha) (Foto: Comune di Cuneo, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

### La metodologia adottata per scegliere l'alternativa migliore

Per scegliere cosa fare di fronte a problemi così complessi è stato proposto e seguito un percorso metodologico basato sui seguenti passi chiave:

\* **Fase conoscitiva:** prima di scegliere è necessario avere tutti gli elementi di conoscenza relativi all'evoluzione passata, presente e futura del torrente: quanta acqua ci passa e con che distribuzione temporale e probabilistica?

Che ruolo giocano gli invasi a monte? Qual è il trasporto solido? Che forma ha oggi il fiume e quale aveva in passato? Che processi sono in corso: il torrente è stabile, oppure si sta allargando o restringendo, sedimentando o incidendo?

\* **Individuazione interventi:** una volta compreso il fenomeno si individuano tutte le opzioni di intervento, sia strutturali (realizzazione opere di difesa, rimozione/immissione di sedimenti in alveo, delocalizzazione di strutture) che non strutturali (cambiare destinazione d'uso del suolo, attivare meccanismi di compensazione, ecc.), che è possibile adottare per provare a risolvere il problema.

\* **Definizione delle alternative:** si tratta ora di definire alcune alternative di assetto (a livello di massima) adottando opzioni integrate: si osservi che ogni alternativa è definita non solo dall'elenco e localizzazione delle opere strutturali (ad esempio: fare la difesa in quel punto e con questa tecnica), ma anche da interventi quali inserire nel Piano Regolatore una variazione della destinazione d'uso del suolo, realizzare possibili interventi di delocalizzazione e adottare determinati meccanismi di gestione amministrativo-finanziaria (come ad esempio la perequazione<sup>15</sup>).

15.  
La perequazione consiste in un meccanismo amministrativo per cui la perdita dovuta al cambiamento d'uso del suolo (declassamento) in un'area (ad esempio nella fascia riparia) viene compensata da un equivalente incremento del valore d'uso del suolo in un'altra area.

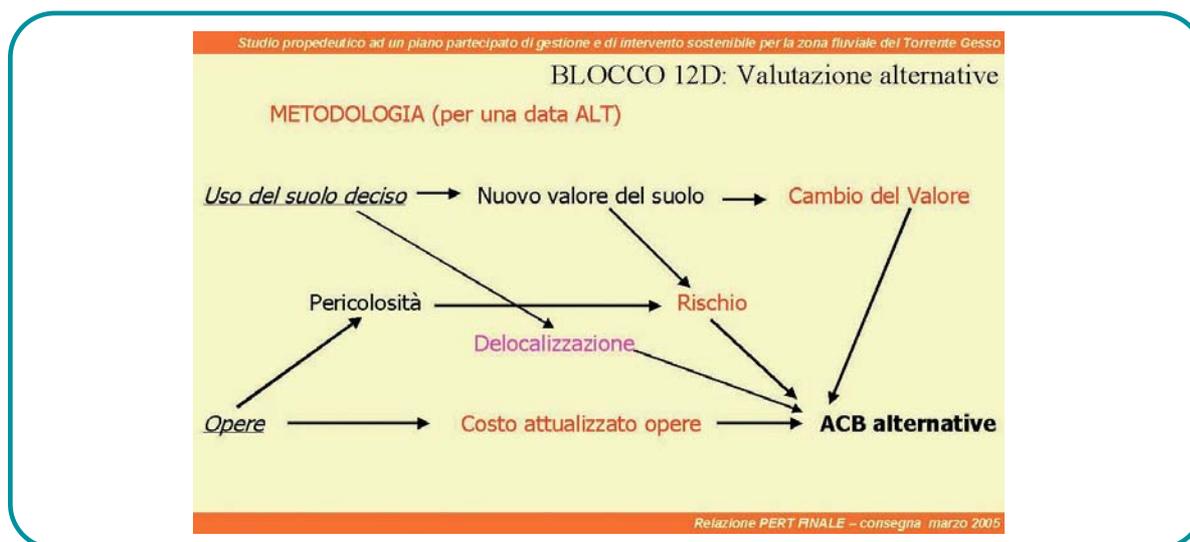


\* **Valutazione delle alternative:** a questo punto, per capire quale fra le alternative considerate è più conveniente, è necessario impostare una valutazione integrata (Analisi Costi Benefici semplificata). Questa viene realizzata seguendo lo schema concettuale (rappresentato in Fig. 3.11) e cioè stimando per ogni alternativa sia come varia il valore del suolo (nelle alternative della “non difesa” è tendenzialmente minore perché tipicamente se ne limita l'utilizzo antropico), sia come varia il rischio, dato dal prodotto della pericolosità (che diminuisce in genere realizzando opere di difese) e del valore del suolo stesso, sia infine considerando il costo delle opere e della loro manutenzione (che aumenta nelle alternative “più difesa”) e delle eventuali delocalizzazioni (che aumenta nelle alternative “non difesa”).

Realizzando poi una valutazione economica (semplificata) basata sul confronto fra le alternative 1, 2 e 3 rispetto all'alternativa 0, si è giunti ai seguenti risultati di sintesi:

Nel caso specifico l'alternativa “Natura” (ALT 1) è risultata la più conveniente, grazie alla minimizzazione dei costi, legata all'adozione delle azioni non strutturali (perequazione e cambiamento di uso del suolo) e alle mancate spese per opere, e alla riduzione del rischio (avendo ridotto il valore intrinseco del suolo). L'alternativa “Classica” (ALT. 3) in questo caso non risulta conveniente perché costa troppo in opere rispetto alla diminuzione di rischio: infatti ha beneficio netto negativo.

Ciò significa che conviene accettare un livello di rischio un po' superiore per alcune zone, e/o rinunciare ad un loro



**Fig. 3.11** La metodologia di valutazione (Analisi Costi Benefici semplificata): per ogni data alternativa di assetto, le variabili decisionali chiave sono l'Uso del suolo e le Opere di difesa. Una modifica nell'uso del suolo implica un nuovo valore del suolo (tendenzialmente minore perché tipicamente se ne limita l'utilizzo antropico a fini urbanistici e produttivi, il che induce una perdita di valore, ma anche una riduzione del rischio, a parità di pericolosità); può anche richiedere una delocalizzazione (che però nel nostro caso è limitata a strutture tipo deposito di legname e autobus ed è stata trascurata in via semplificativa preliminare). Le opere riducono la pericolosità<sup>16</sup>, ma implicano consistenti costi di realizzazione e di manutenzione/ricostruzione periodica: infatti, per valutare il costo totale attualizzato è necessario sommare (scontati) i costi di periodica ricostruzione lungo l'intervallo di pianificazione considerato (nel caso in esame, dell'ordine di 100 anni).

### Risultati ottenuti

Percorrendo tutti i passi della metodologia descritta, si è giunti alla definizione delle seguenti 4 alternative:

0. alt “zero”: mantenimento del sistema attuale con le opere già esistenti;
1. alt “natura”: massima rinaturazione del sistema fluviale. Si prevede di non proteggere più la fascia fluviale e di lasciarla alle dinamiche fluviali; questa alternativa prevede anche delocalizzazioni (i beni esposti sono in questo caso comunque di scarso valore) e include anche azioni non strutturali innovative come la “perequazione” e il cambiamento di destinazione d'uso del suolo;
2. alt “mix”: compromesso fra rinaturazione e massima difesa idraulica;
3. alt “classica”: massima difesa idraulica. Costituisce la soluzione che viene solitamente realizzata in questi casi, con ripristino e consolidamento delle opere di difesa idraulica; non prevede alcuna azione non strutturale innovativa (la destinazione d'uso viene mantenuta).

sfruttamento, piuttosto che cercare di proteggerle con opere di difesa. Infatti, la presenza di un'opera di difesa idraulica in genere può indurre una maggiore erosione in sponda opposta, ma soprattutto comporta costi significativi di costruzione e manutenzione e ricostruzione periodica (non c'è opera che tenga veramente a lungo con un corso d'acqua di tale energia!), non compensati -nel caso in esame- dalla riduzione di rischio ottenibile.

16.  
Si è assunto che le opere siano perfettamente efficaci, cioè proteggano sempre al 100% il territorio sotteso, anche se viene considerato il costo di ricostruzione periodica associato alla vita media dell'opera. Si tratta di una semplificazione “ottimista”, a favore cioè dell'approccio classico di difesa. Nella realtà, infatti, è praticamente certo che prima o poi avverrà un evento superiore alla resistenza di progetto dell'opera (magari in media ogni x anni, vita media assunta per quell'opera), e il territorio sotteso viene pertanto realmente impattato





### Analisi Costi Benefici rispetto all'ALT 0

	ALT.1-NATURA	ALT.2 - MIX	ALT.3 - CLASSICA
RISCHIO	- 191	- 65	+ 193
OPERE	+ 417	- 2009	- 6988
<b>TOTALE</b>	<b>+ 226</b>	<b>- 2075</b>	<b>- 6795</b>

La differenza tra le alternative è sostanzialmente data dal costo di costruzione e mantenimento delle opere idrauliche, mentre il rischio varia relativamente poco.

**Fig. 3.12** Risultati dell'analisi costi benefici per le diverse alternative valutate. In tabella sono espressi i costi in più o in meno (in migliaia di euro) rispetto all'Alt. 0 (mantenimento del sistema attuale con le opere già esistenti)

## 3.4 Incrementare la capacità di invaso del reticolo idrografico minore

Nel dopoguerra, l'aumento dell'edificazione, e quindi della superficie impermeabilizzata, ha causato una generalizzata intensificazione dei picchi di piena (vedi anche voce "laminazione delle piene" nel cap. 5 e Fig. 5.1) in gran parte dei bacini idrografici. A peggiorare la situazione hanno contribuito gli interventi di artificializzazione del reticolo idrografico, anche minore, quali arginature (spesso necessarie ma a volte inutili, che impediscono la naturale esondazione della piena in aree non urbanizzate), le rettifiche (eliminazione sistematica di meandri o sinuosità), la riduzione della scabrezza ottenuta rendendo l'alveo più "liscio" eliminando tutti gli ostacoli (maggiore uniformità per riprofilature/risagomature, minor attrito per assenza di vegetazione, ecc.). Queste pratiche hanno causato una perdita progressiva dello spazio che consentiva la laminazione naturale e distribuita delle piene. In pratica, le acque che prima, durante le piogge, venivano "temporaneamente immagazzinate" in una rete estesissima di

piccoli fossi e corsi d'acqua, causando magari piccole esondazioni locali, ora scorrono rapidamente verso i corsi d'acqua principali, dove si concentrano così i picchi di piena, causando rischi ben più gravi in zone densamente urbanizzate.

In altri termini, in un bacino, questa combinazione di "più aree impermeabilizzate" e "canali e fiumi più dritti e più lisci" fa sì che l'acqua proveniente dalle precipitazioni scorra verso valle a grande velocità, accumulandosi "tutta" e "in fretta" nello stesso punto e finendo inevitabilmente per fuoriuscire da qualche parte (di solito nella parte bassa del bacino, alla prima strettoia); ci sarà poco tempo per correre ai ripari (allarme) e gli effetti, nella zona interessata, saranno inevitabilmente molto intensi (perché essa "pagherà" per tutti gli altri che hanno scaricato il loro rischio a valle).

Questo induce a ritenere che il problema del rischio idraulico non vada affrontato con una visione localistica (nello spazio e nel tempo), ma più ampia, cioè a scala di bacino... e in quest'ottica non si può immaginare una politica di riduzione del rischio che non contempli l'idea di recuperare la capacità di laminazione del reticolo idrografico minore.



## CASO STUDIO: aumento delle sezioni di deflusso e rallentamento della corrente nel reticolo idrografico minore

### Progetto

Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della terraferma veneziana

### Soggetto attuatore

Consorzio di Bonifica Dese Sile

### Finanziamento

Euro 4.650.000 (inclusi espropri e spese tecniche)

### Data realizzazione

2003

Aumentare la sezione dei corsi d'acqua e restituire una morfologia "naturale" contribuisce a rallentare i deflussi e ad "appiattire" l'onda di piena (riducendone l'entità del picco). Il progetto "Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della terraferma veneziana", si propone la realizzazione, lungo la rete di bonifica, di interventi multiobiettivi, in parte finalizzati proprio ad aumentare la capacità d'invaso ed i tempi di deflusso delle acque nelle aree di bonifica a scolo naturale. Nel suo complesso il progetto mira alla riqualificazione ambientale e idraulica dei corsi d'acqua minori attraverso:

- l'ampliamento degli alvei nella rete secondaria di bonifica (Fig. 3.13);

- il ripristino della vegetazione delle rive e in alveo;
- la realizzazione di sistemi di depurazione naturali (aree umide) per ridurre l'apporto di nutrienti veicolati dai canali verso la laguna.

### Criticità e contesto territoriale

L'intervento riguarda alcuni corsi d'acqua minori (sia naturali che canali di bonifica) contenuti nel bacino delimitato a nord dal Canale Scolmatore e a sud dal fiume Marzenego - Canale Osellino, nella pianura veneziana (Fig. 3.14).

Tutta l'area, densamente urbanizzata, presenta problemi di rischio idraulico: sono frequenti i fenomeni di esondazione sia in aree urbane che agricole.

Le principali carenze ambientali sono legate alla scarsa presenza di elementi naturali e al degrado qualitativo delle acque nel reticolo (con conseguenze anche sull'ambiente lagunare).

### Obiettivi generali

Tra gli obiettivi prioritari vi è quello di assicurare condizioni di maggior sicurezza idraulica al territorio attraverso l'aumento della capacità di invaso e il rallentamento di deflussi (ampliamento degli alvei, conferimento di sinuosità, ripristino della vegetazione); sempre tra gli obiettivi prioritari, la riduzione dei carichi inquinanti afferenti alla Laguna di Venezia, attraverso l'incremento della capacità depurativa in alveo (aumento dei tempi di ritenzione) e la realizzazione di aree umide laterali.

Altri obiettivi più generali sono l'incremento della biodiversità, attraverso lo sviluppo della vegetazione spondale e la creazione di nuovi habitat e il miglioramento del paesaggio con l'introduzione di elementi di diversificazione in un contesto estremamente banalizzato.

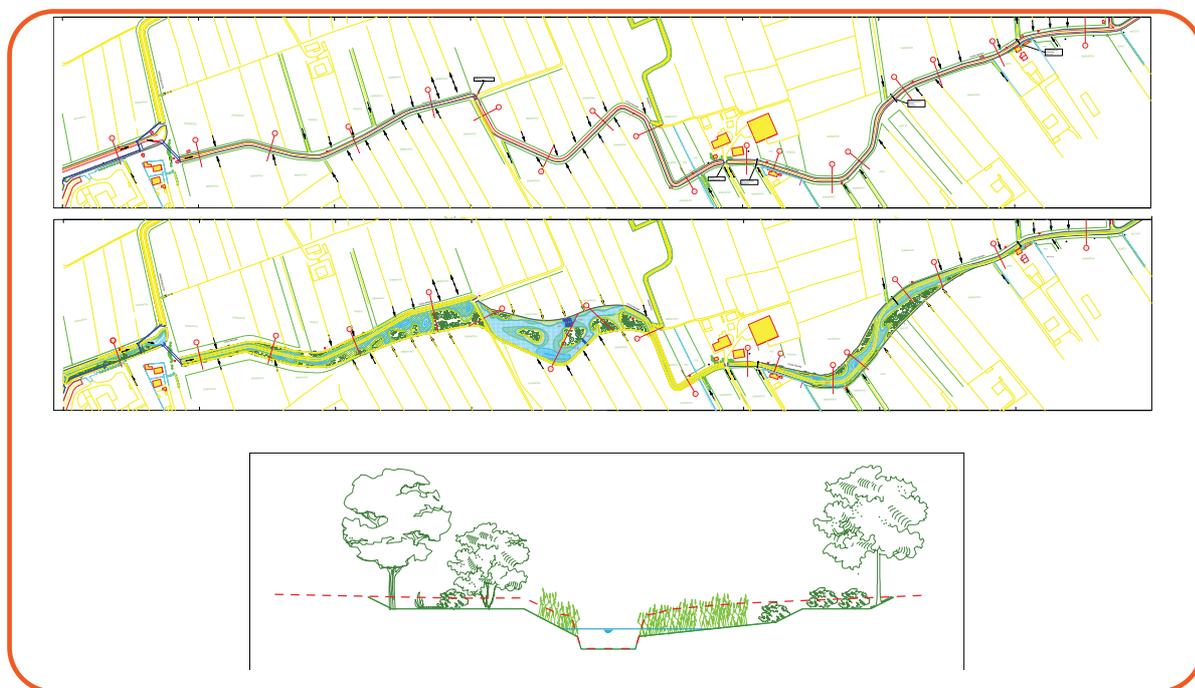


Fig. 3.13 Progetto di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della terraferma veneziana. Planimetria dello stato di fatto e dello stato di progetto (in alto) e una sezione tipo di progetto (in basso). Si osservi il notevole allargamento delle sezioni previsto per il canale "Fossa Pagana"- Collettore di Favaro (verificare) che consente al corso d'acqua di assumere un andamento non rettilineo con la presenza di diversificazioni morfologiche (isole, sinuosità, ambienti umidi laterali) e che favorisce il naturale sviluppo della vegetazione in alveo (canneto) e sulle sponde (piantagione di filari di alberi) (fonte: Consorzio di Bonifica Dese Sile) [www.bonificadesesile.net](http://www.bonificadesesile.net)

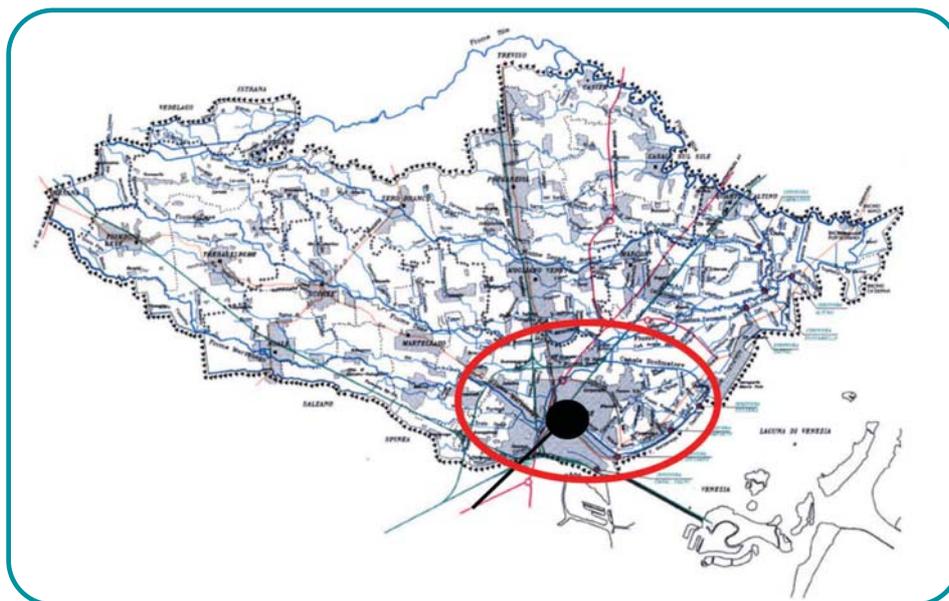


Fig. 3.14 Il territorio del Consorzio di Bonifica Dese Sile e l'area (cerchio rosso) interessata dal progetto (fonte: Consorzio di Bonifica Dese Sile, modificata).

#### Descrizione degli interventi

Il progetto prevede principalmente interventi estesi per la rimozione delle difese, l'ampliamento e il rimodellamento naturalistico della sezione dei canali, la contestuale realizzazione di particolari manufatti ed opere d'arte e impianti arborei ed arbustivi lungo le sponde (Fig. 3.15 e Fig. 3.16).

Nel dettaglio, gli interventi che riguardano i corsi d'acqua sono quindi:

- eliminazione dei rivestimenti in calcestruzzo;
- ampliamento e diversificazione delle sezioni (diversificazione del profilo longitudinale e trasversale, creazione di buche e raschi, isole...);
- incremento della sinuosità degli alvei;
- riduzione della pendenza delle sponde;
- impianto di specie arborea e arbusti



Fig. 3.15 Eliminazione del rivestimento in calcestruzzo e ampliamento della sezione in alcuni tratti della Fossa Pagana. Si osservi, nella sequenza in basso, che là dove non è stato possibile intervenire su entrambe le sponde si è proceduto con un ampliamento su una sola sponda; il ristagno di acque piuttosto ricche di nutrienti favorisce la naturale ricrescita della vegetazione emergente in tempi piuttosto rapidi.  
Fonte: Consorzio di bonifica Dese





Fig. 3.16 Eliminazione del rivestimenti in calcestruzzo e creazione di una zona umida in alveo in un tratto della Fossa Pagana (foto: Consorzio di Bonifica Dese Sile). [www.bonificadesesile.net](http://www.bonificadesesile.net)

### 3.5 La manutenzione del reticolo idrografico minore in ambito collinare e montano

L'idea che una manutenzione costante, radicale ed estesa di ogni torrente, rio, piccolo corso d'acqua, perfino nelle zone più impervie e montuose, sia la panacea per risolvere i problemi di rischio idrogeologico è profondamente radicata nella nostra cultura. Non è raro sentire associare a corsi d'acqua pieni di vegetazione o con le sponde franose la parola "degrado" o "incuria" come a sottolineare la necessità di un controllo assoluto e totale del territorio da parte dell'uomo.

Questo tipo di approccio, oltre a risultare molto oneroso dal punto di vista economico, non sembra in verità giustificato:

- torrenti e piccoli corsi d'acqua hanno tutto il "diritto" di esondare, franare, creare accumuli intricati e disordinati di vegetazione e detrito là dove non rechino danno diretto o indiretto ad infrastrutture; anzi è utile che questo avvenga nelle parti alte del bacino, solitamente poco antropizzate, in modo da rallentare la corrente e aumentare l'effetto di laminazione, riducendo così il rischio più a valle;
- come già evidenziato (vedi par. 2.8 Pulizia dell'alveo), l'eliminazione della vegetazione spondale si traduce spesso in un fattore di aumento del rischio in occasione delle piene maggiori, quando si verificano diffusi fenomeni franosi dei versanti boscati e vengono così trascinati negli alvei ingenti quantità di alberi sradicati, tronchi e ramaglie che vanno ad ostruire la luce dei ponti. Contro questo fenomeno, il taglio della vegetazione alveale e riparia è del tutto impotente e addirittura controproducente in quanto viene persa la loro capacità di fungere da trappola di questi detriti legnosi;
- i fenomeni franosi diffusi sono indispensabili fonti di

sedimenti che permettono ai corsi d'acqua di non "sprofondare" a seguito di fenomeni di incisione; vanno quindi assecondati qualora avvengano in punti "non critici" (in corrispondenza di strade, abitazioni, ecc.)

Insomma, a ben vedere forse tutta questa necessità di "mantenere" il territorio non sempre sussiste (vedi par. 2.6 Manutenzione del territorio) e in aree poco antropizzate, come in genere si rivelano quelle montuose o collinari, possiamo concentrare sforzi e risorse per realizzare esclusivamente interventi mirati, localizzati dove realmente utili e necessari e rispettosi degli aspetti ambientali: la "buona" manutenzione, spesso, è proprio quella che... interviene il meno possibile.

#### CASO STUDIO: piano di manutenzione ordinaria del territorio in una comunità montana

##### Progetto

Piano di manutenzione ordinaria (PMO) della Comunità Montana di Valli Orco e Soana (TO)

##### Soggetto attuatore

**Committente:** Comunità Montana Valli Orco e Soana (TO)

**Progettisti:** Forestale, Geologo e Ingegnere

**Esecutori interventi:** principalmente piccole aziende agricole locali

##### Finanziamento

Circa euro 300.000 per ognuno dei 18 sottobacini della CM<sup>17</sup>

##### Data realizzazione

Terminata la fase progettuale, in corso l'attuazione degli interventi (durata complessiva del programma: 6 anni)



Questo caso studio, pur essendo, per certi versi, il frutto di un compromesso fra l'approccio ad una manutenzione estesa e radicale e quello ad una localizzata e a basso impatto, viene qui considerato perchè contiene, fra gli altri, alcuni spunti innovativi di interesse:

- promuove pratiche di manutenzione della vegetazione mirate e non radicali (tagli selettivi e solo in punti di reale utilità);
- propone la rimozione di materiale litoide da punti critici, ma lasciandolo nel bacino di origine, retroducendolo in altri punti dell'alveo;
- evita nuove artificializzazioni o la costruzione di nuove opere limitandosi ad azioni di manutenzione ordinaria.

#### Criticità e contesto territoriale

L'area interessa l'intero territorio della Comunità Montana Valli Orco e Soana, nella zona nord occidentale della Regione Piemonte (Fig. 3.17). Buona parte di esso è compreso all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso. L'area interessata dal PMO si trova in ambito totalmente montano, caratterizzato da grande energia di rilievo, con fondovalle stretti in presenza di centri abitati ed infrastrutture viarie, e versanti montani molto estesi generalmente piuttosto ripidi, dove rimane ancora localizzata un'attività pastorale. Le criticità più evidenti osservate in questo territorio possono essere ricondotte alla variegata tipologia di interferenze dell'antropizzazione con l'evoluzione naturale dei fenomeni della dinamica fluviale e di versante,

che si manifesta con eventi ricorrenti e spesso anche piuttosto violenti.

Per rispondere alle esigenze emerse, la Provincia di Torino ha avviato il Progetto Strategico "Manutenzione del territorio" (D.G.P. 1655-268964/2001 del 18.12.2001), per stabilire le modalità di programmazione, realizzazione e gestione dell'attività di manutenzione ordinaria del territorio che non prevede opere strutturali, ma cicli costanti di interventi, armonici con il paesaggio, totalmente integrati nell'ecosistema, associati a monitoraggi periodici.

#### Obiettivi generali

La finalità del progetto è assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio, escludendo interventi strutturali, ma limitandosi a mantenere, ove necessario, in piena funzionalità le opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica.

Inoltre si pone come obiettivo indiretto, quello di avviare un ciclo virtuoso che, attraverso l'affidamento dei lavori a imprenditori agricoli locali e piccole cooperative, contribuisca alla creazione di un reddito certo per le persone che vivono in montagna, creando in loro stesse una nuova consapevolezza del loro territorio.

#### Descrizione degli interventi

Nel caso della Comunità Montana Valli Orco e Soana sono stati privilegiati tutti quegli interventi "minori", spesso trascurati poichè difficili da individuare e di poca visibilità, ma che se attuati portano notevoli benefici. Tra quelli innovativi e pertinenti con il tema della riduzione del rischio si segnalano:

- asportazione localizzata di materiale vegetale morto ed eventuale dirado delle piante instabili, deperienti o sottomesse, presenti all'interno dell'alveo, esclusivamente nelle immediate vicinanze di attraversamenti che presentino una situazione di criticità al regolare deflusso, o che possano provocare danni a beni esposti; l'eventuale dirado viene eseguito secondo indicazioni di un tecnico forestale che stabilisca esattamente le modalità dell'intervento in modo da garantire l'efficacia e la tutela degli aspetti ambientali (tagli selettivi);
- asportazione, circoscritta e localizzata a punti critici, di materiali litoidi da rilocalizzare direttamente in altre sezioni (Fig. 3.18);
- gestione ordinaria e straordinaria delle coperture vegetazionali erbacee ed arboree con funzione di protezione dal dissesto, quando queste mostrino segni di sofferenza, incluso l'eventuale reimpianto.

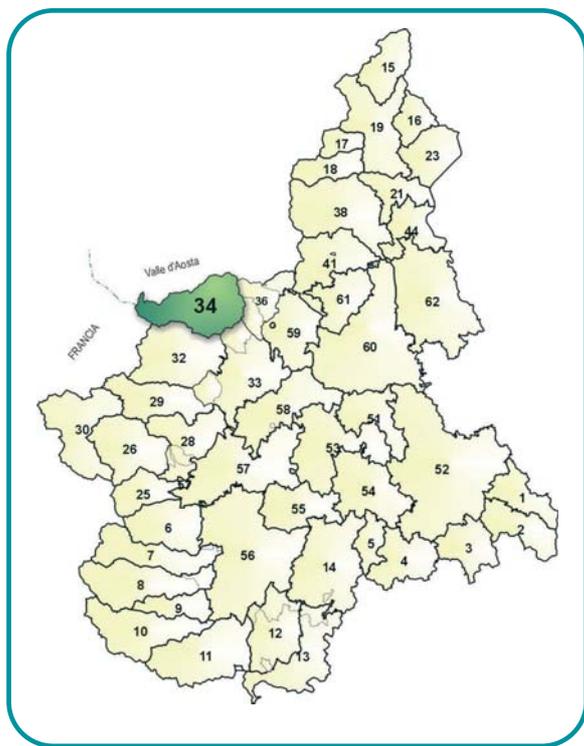
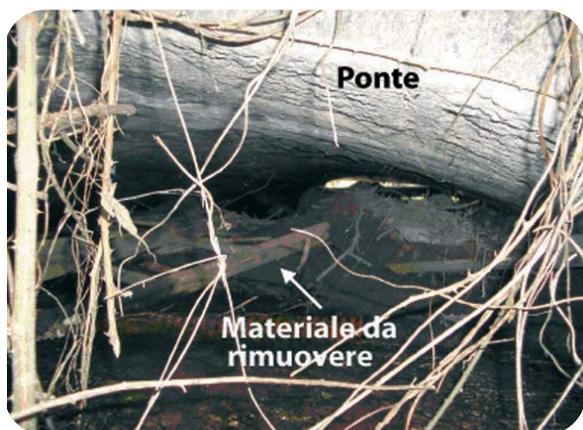


Fig. 3.17 Localizzazione (in tratteggio rosso) della Comunità Montana Valli Orco e Soana nel territorio piemontese.

17.  
Alla Comunità Montana sono destinati i contributi annuali stanziati dall'ATO3 (sulla base di quanto disposto dalla L.R. 13/97, attuativa della L. 36/94), pari a circa il 2% dei proventi derivanti dalla vendita dell'acqua potabile.



**Fig. 3.18** Due classici interventi di rimozione di materiale in prossimità di strozzature; il materiale estratto viene poi reintrodotta nuovamente in alveo, in differenti punti.

## 3.6 Laminare i deflussi nelle aree urbane

La gestione delle acque di pioggia è uno dei grandi problemi ambientali delle città, sia in termini di aumento del rischio idraulico (accelerazione ed incremento dei deflussi legati all'aumento delle superfici impermeabilizzate), sia per le ricadute sulla qualità delle acque superficiali (attivazione degli scolmatori di piena della rete fognaria). Più aumentano le superfici impermeabilizzate, più si riduce la naturale capacità di laminazione del territorio; bastano così anche eventi piovosi non straordinari per causare l'allagamento di interi quartieri e provocare danni rilevanti. Per risolvere entrambi i problemi è oggi possibile realizzare sistemi di accumulo e riutilizzo delle acque in ambito urbano. Tali sistemi sono in grado di raccogliere e trattene le acque di dilavamento urbano (molto inquinate), sia per ridurne gli impatti negativi in termini sanitari, ambientali ed idraulici, sia per sfruttarle come risorsa. Vale quindi il principio che, qualora si decida di impermeabilizzare una nuova area, è necessario prevedere un adeguato sistema di accumulo delle acque che essa non sarà più in grado di trattenerne.

## CASO STUDIO: Soluzioni innovative per la gestione delle acque meteoriche in ambito urbano

### Progetto

Riqualificazione urbanistica di Potsdamer Platz e del quartiere di Lankwitz a Berlino (Germania)

### Soggetto attuatore

Comune di Berlino

### Data realizzazione

2005

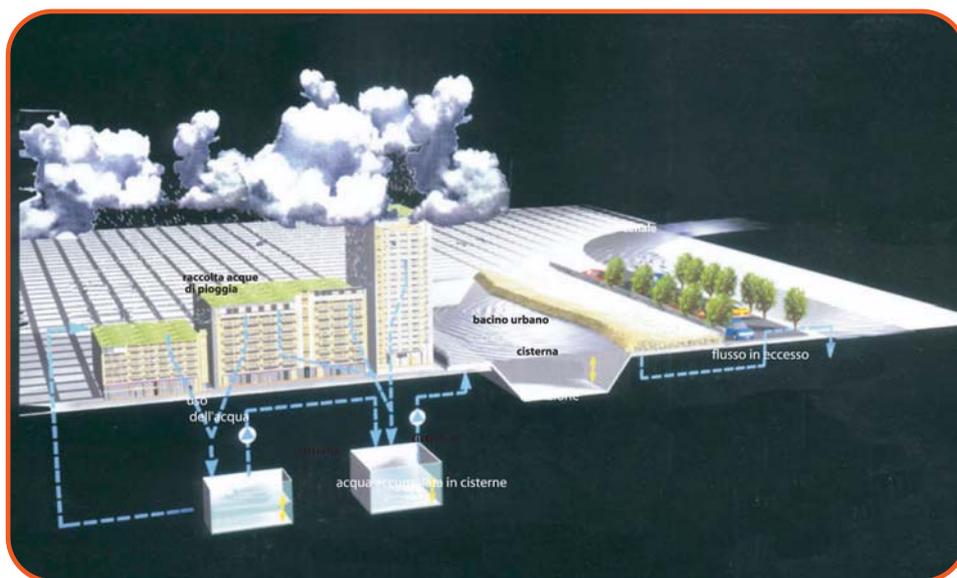
Un buon esempio di applicazione di nuove soluzioni per la gestione delle acque meteoriche in ambito urbano è quello di Berlino: si tratta sia di grandi interventi di riqualificazione urbanistica (Potsdamer Platz) che di piccoli interventi edilizi su singoli edifici (quartiere di Lankwitz). L'idea guida è stata quella di realizzare grandi superfici (zone umide, tetti filtranti, marciapiedi...) di raccolta dell'acqua di pioggia, depurarne una parte (prevalentemente quella che scorre sulle strade e in genere con sistemi di fitodepurazione), accumularla sia in bacini superficiali che in cisterne sotterranee e riutilizzarla in vari modi (fontane pubbliche, scarico dei WC di alberghi e ristoranti della zona, ecc.), restituendone poi una parte in modo graduale al reticolo idrico superficiale (riducendo quindi i picchi di piena).

Il progetto prevede la possibilità di una diversa gestione di questi sistemi in funzione degli obiettivi prioritari: se l'esigenza principale è quella di massimizzare il riutilizzo prevale una gestione che tende a mantenere i volumi di accumulo sempre ad elevati livelli e con acque di qualità "migliore possibile"; se invece prevale l'esigenza di laminare i deflussi nel corso di eventi piovosi è necessario garantire sufficienti spazi disponibili per "invasare" acqua nel momento in cui si verifica l'evento.

### Criticità e contesto territoriale

Come detto, l'esperienza specifica si riferisce alla recente sistemazione di due diverse zone della città di Berlino: la centralissima Potsdamer Platz e il quartiere periferico di Lankwitz. In entrambi i casi, ma più marcatamente nel primo, convivevano esigenze sia di tipo idraulico che ecologico (risparmio idrico, depurazione).

Agendo in un contesto urbano la soluzione di questi problemi è inevitabilmente legata a scelte urbanistiche ed edilizie. In molte città europee, gli interventi di rinnovamento urbanistico sono divenuti infatti l'occasione per introdurre nuovi sistemi di gestione dell'acqua e -all'opposto- la necessità di intervenire per risolvere problemi idraulici e sanitari ha offerto l'opportunità di riqualificare interi quartieri.



**Fig. 3.19** Schema progettuale di Potsdamer Platz a Berlino: l'acqua di pioggia viene raccolta attraverso i tetti "verdi" degli edifici e accumulata in grandi cisterne sotterranee; da qui può essere in seguito riutilizzata o direttamente negli edifici o per alimentare piccoli laghetti e zone umide create in superficie; un certo volume d'acqua residua viene poi collettato in canali di drenaggio (fonte: [web.mit.edu/fmr/www/11.308/project\\_cases\\_platz.html](http://web.mit.edu/fmr/www/11.308/project_cases_platz.html), immagine modificata).

#### Obiettivi generali

Per quanto concerne la ricostruzione di Potsdamer Platz, dopo la caduta del muro, i principali obiettivi sono stati:

- rendere la piazza fruibile, una sorta di parco urbano, luogo di incontro e di relax; da qui l'idea di sfruttare le grandi potenzialità dell'elemento acqua a fini architettonici e paesaggistici (Fig. 3.20);
- creare un sistema in grado di "reggere" dal punto di

vista idraulico i volumi d'acqua di pioggia, anche di fronte ad eventi di forte intensità (Fig. 3.19).

- prestare attenzione agli aspetti ecologici e in particolare al grande tema del risparmio idrico e quindi del riutilizzo.

Se pure a scala minore, anche gli interventi effettuati nel quartiere periferico di Lankwitz, si ponevano gli stessi obiettivi (con un peso molto più marginale all'aspetto fruitivo).



**Fig. 3.20** Potsdamer Platz: esempi di come l'acqua possa divenire strumento ed elemento da inserire nella progettazione urbana (fonte: [web.mit.edu/fmr/www/11.308/project\\_cases\\_platz.html](http://web.mit.edu/fmr/www/11.308/project_cases_platz.html), immagine modificata).





Fig. 3.21 Schema di un sistema di fitodepurazione creato in prossimità di uno dei laghi della piazza; l'azione depurativa è il risultato dell'azione combinata di batteri e piante presenti nel substrato ghiaioso (fonte: [web.mit.edu/fmr/www/11.308/project\\_cases\\_platz.html](http://web.mit.edu/fmr/www/11.308/project_cases_platz.html), immagine modificata).

#### Descrizione sintetica degli interventi

A Potsdamer Platz è stato realizzato un sistema di nuovi canali e zone umide (con un grande lago centrale) di diverse migliaia di metri quadri, che, oltre a creare un piccolo "parco" urbano nel centro di Berlino, vanno a costituire un grande serbatoio in grado di accumulare oltre 4000 m<sup>3</sup> di acque di pioggia e di scorrimento dalle strade (con 1300 m<sup>3</sup> di volume tenuto vuoto per invasare in caso di eventi particolarmente intensi); parallelamente sono state realizzate 5 grandi cisterne sotterranee in grado di raccogliere 2600 m<sup>3</sup> d'acqua (di cui 900 tenuti

vuoti per far fronte ad eventi estremi), accumulata grazie ai sistemi filtranti e idraulici inseriti nei tetti e nelle strutture interne degli edifici (Fig. 3.19). In pratica per eventi meteorici ordinari, il 100% dell'acqua piovana che cade sull'area di Potsdamer Platz (diversi ettari) viene immagazzinato: questo riduce considerevolmente il rischio di allagamenti.

La depurazione avviene in parte per processi di sedimentazione nelle cisterne e in parte grazie alla creazione di sistemi filtro fitodepuranti realizzati sulle sponde dei laghetti (Fig. 3.21).

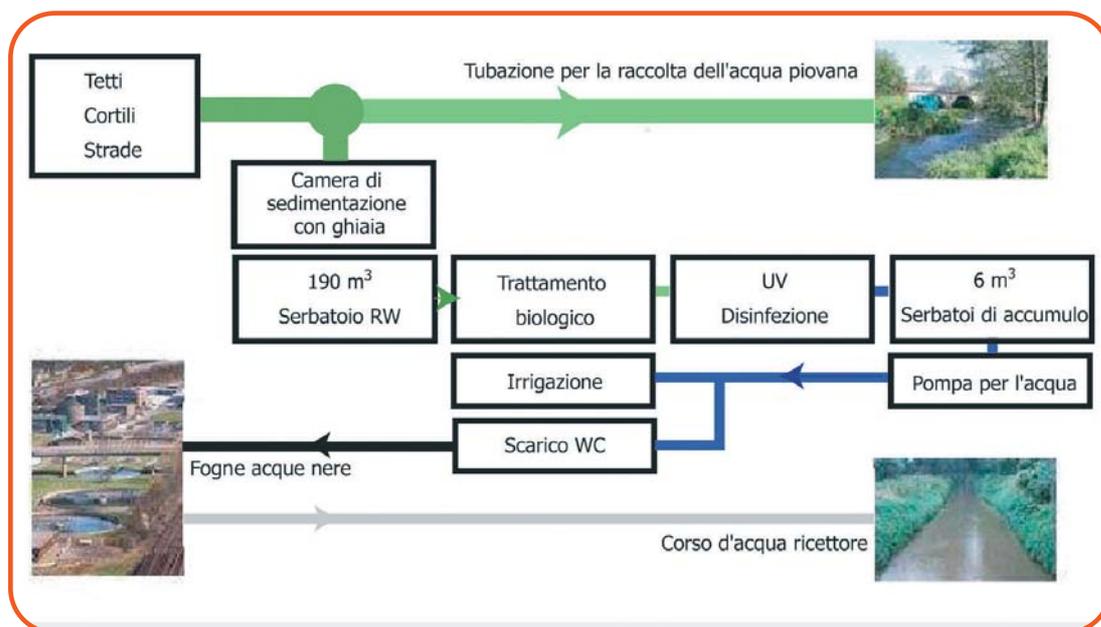


Fig. 3.22 Schema progettuale autoesplicativo degli interventi realizzati a Berlin-Lankwitz (fonte: Ambiente Italia srl)





A Berlin-Lankwitz, un quartiere periferico, si è intervenuti su una piccola area (11.770 m<sup>2</sup> di superficie impermeabilizzata, di cui il 63% costituita da tetti, il 25% da cortili interni e marciapiedi e il 12% da superfici stradali). Le acque di pioggia vengono accumulate in una cisterna da 190 m<sup>3</sup> e, da qui, depurate in un semplice filtro vegetato (istallato all'interno dell'edificio) seguito da un trattamento di disinfezione a UV (Fig. 3.22). Le acque così trattate forniscono acqua per lo scarico dei WC e per l'irrigazione dei giardini di 80 appartamenti e 6 negozi, per un totale di circa 200 abitanti.

### 3.7 Ampliare le sezioni di piena in tratti arginati

In molti contesti la strategia difensiva basata principalmente sull'innalzamento degli argini sembra avere segnato il passo: infatti, nonostante gli argini siano stati alzati spesso fino all'altezza massima sostenibile<sup>18</sup>, si continuano a registrare alluvioni e conseguenti danni. È evidente che al corso d'acqua è stato sottratto troppo spazio. Le uniche soluzioni a questo punto percorribili sono quella di realizzare ampie e localizzate aree di espansione controllata (casce di espansione), con tutti i limiti che questo comporta (vedi anche il par. 2.1 Casce di espansione), oppure allargare le sezioni mediante allontanamento degli argini conseguendo, oltre ai vantaggi idraulici (incremento della capacità idraulica, grazie all'ampliamento dell'alveo in larghezza), anche vantaggi geomorfologici ed ecologici (grazie alla restituzione di spazi al fiume e alla creazione di habitat).

## CASO STUDIO: interventi pilota nell'ambito del progetto SDF<sup>19</sup>

#### Progetto

SDF - Sustainable Development of Floodplains (sviluppo sostenibile delle pianure inondabili); qui sono descritti gli interventi pilota presso Kirschgartshausen e Hondsbroeksche Pleij

#### Soggetti attuatori

Kirschgartshausen: amministrazione regionale del Baden-Württemberg;

Hondsbroeksche Pleij: Rijkswaterstaat-Directie Oost Nederland (Ministero dei Trasporti, Lavori Pubblici e Gestione delle Acque olandese)

#### Finanziamento

Intero progetto SDF: 32 Milioni di Euro (cofinanziamento UE nell'ambito del programma Interreg IIIB)

#### Data realizzazione

In corso (periodo di implementazione del progetto SDF: gennaio 2003 - giugno 2008)

Il progetto SDF si propone di implementare, nell'ambito di un programma di cooperazione transnazionale a scala di bacino, misure di prevenzione del rischio idraulico con un approccio integrato -ridurre il rischio riducendo più spazio al fiume e garantendo un migliore stato dei corsi d'acqua che contribuisca ad uno sviluppo equilibrato e sostenibile delle pianure fluviali europee. SDF prevede la realizzazione di 12 progetti pilota nel bacino del fiume Reno -

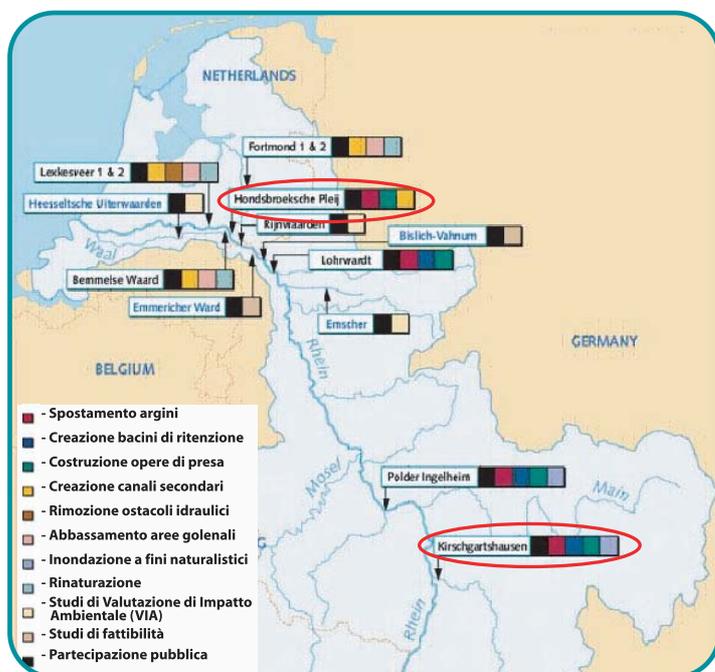


Fig. 3.23 Localizzazione degli interventi pilota del progetto SDF (nelle ellissi rosse i due interventi descritti in questo volume) (fonte: www.sdf-project.nl, immagine modificata).

18. Sia dal punto di vista strutturale, che di sicurezza (pericolosità di un'eventuale incidente).

19. Per approfondimenti sul caso studio analizzato in questo paragrafo, si rimanda alla documentazione presente sul sito [www.sdfproject.nl](http://www.sdfproject.nl)





parte in Germania e parte in Olanda- attraverso azioni raggruppabili nelle seguenti tipologie: rimozione/spostamento di argini, creazione/recupero di aree di laminazione (in alcuni casi inclusa la costruzione di opere di presa e sfioro), creazione di canali secondari, rimozione di opere che ostacolano il deflusso delle piene, abbassamento di gole e di tratti di pianura inondabile, gestione delle inondazioni anche a fini di miglioramento dell'ecosistema, rinaturazione di aree riparie, studi di impatto ambientale, studi di fattibilità, attività di comunicazione e divulgazione.

### Criticità e contesto territoriale

Il bacino del Reno, di superficie pari a quasi 200 mila km<sup>2</sup> e in cui vivono oltre 60 milioni di abitanti di 6 paesi diversi, è stato colpito negli ultimi due decenni da inondazioni catastrofiche, che hanno causato miliardi di euro di danni. La necessità di investire la politica perseguita finora -riduzione dello spazio di pertinenza fluviale e innalzamento degli argini per lasciare posto ad usi sempre più intensivi del territorio- e di coordinare la gestione del rischio tra paesi di monte e di valle è sempre più evidente. La localizzazione degli interventi pilota è indicata nella figura 3.23.

### Kirschgartshausen:

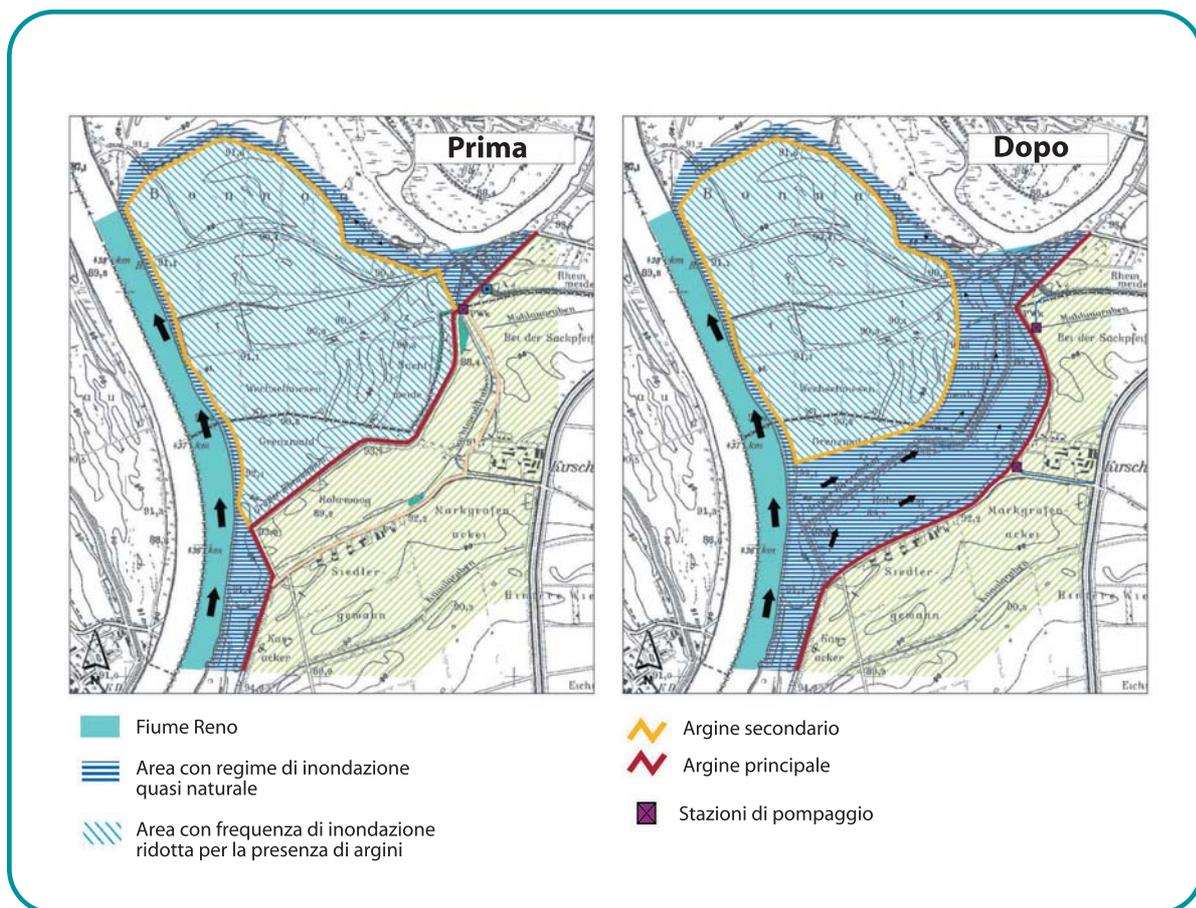
L'intervento, localizzato in un'area agricola protetta da argini nei pressi della città tedesca di Mannheim, è parte del "Programma Integrato Reno" del Land Baden-Wuerttemberg che mira alla riduzione del rischio idraulico e alla conservazione e riqualificazione dell'Alto Reno.

### Hondsbroeksche Pleij:

L'Hondsbroeksche Pleij è un'area di 120 ettari, prevalentemente ad uso agricolo, situata nei pressi della città olandese di Arnhem, nel punto in cui il Reno si divide in due, da un lato il fiume Ijssel, dall'altro il Basso Reno. In passato pianura inondabile, è attualmente protetta da argini su tutti i lati e costituisce un collo di bottiglia durante le piene del Reno. L'intervento è parte del programma nazionale olandese "Room for the River" (Spazio per il Fiume).

### Obiettivi generali

Entrambi gli interventi pilota hanno come obiettivo sia la riduzione dei livelli di piena che il miglioramento dell'ecosistema della pianura inondabile. L'intervento di Hondsbroeksche Pleij ha come finalità anche quella di garantire un uso fruttivo delle aree.



**Fig. 3.24** L'area di Kirschgartshausen prima e dopo l'intervento: l'area resa nuovamente inondabile a seguito dell'intervento di arretramento dell'argine è indicata con un tratteggio orizzontale blu scuro; l'argine arretrato è indicato in colore rosso scuro (fonte: www.sdfproject.nl, immagine modificata).





### Descrizione degli interventi

Kirschgartshausen:

L'intervento prevede lo spostamento in posizione più arretrata di un argine attualmente posto a protezione di terreni ad uso agricolo, recuperando così circa 88 ettari di aree per la naturale laminazione delle piene e garantendo al contempo la riconnessione di un ramo morto del Reno con il corso principale. In figura l'area resa nuovamente inondabile a seguito dell'intervento è indicata con un tratteggio orizzontale blu scuro.

L'intervento è in parte finanziato come misura di compensazione per opere di urbanizzazione previste nelle città di Mannheim e Lampertheim

### Hondsbroeksche Pleij:

L'intervento prevede la costruzione di un nuovo argine lungo il fiume Ijssel, arretrato di circa 250 m rispetto all'esistente (che verrà in parte rimosso e in parte abbassato) e l'arretramento di circa 150 m dell'argine lungo il Reno.

Parte della fascia di piana inondabile così ricostituita verrà inoltre abbassata per incrementare la connessione idraulica con il fiume e favorirne la rinaturazione. Oltre alla nuova fascia inondabile lungo il Reno, in sponda destra dell'Ijssel si verrà a creare, tra il nuovo argine e quello precedente, un nuovo canale di piena, parallelo al corso principale del fiume. All'imbocco di questo nuovo canale verrà costruita un'opera di derivazione regolabile, allo scopo di influenzare la ripartizione del deflusso in condizioni di piena tra il Basso Reno e l'Ijssel.

Per realizzare il progetto è prevista la delocalizzazione di un impianto di compostaggio attualmente presente nell'area di intervento. Sono inoltre previste azioni per incrementare l'accessibilità e fruibilità dell'area.



**Fig. 3.25** Hondsbroeksche Pleij nel 2006 (sopra) e situazione prevista a fine intervento (sotto): l'intervento prevede la realizzazione di un nuovo argine lungo il fiume Ijssel, arretrato di circa 250 m rispetto all'esistente (che verrà in parte rimosso e in parte abbassato) e lungo il Reno, arretrato di circa 150 m; parte della fascia di piana inondabile così ricostituita verrà inoltre abbassata per incrementare la connessione idraulica con il fiume e favorirne la rinaturazione. Inoltre, in sponda destra dell'Ijssel si verrà a creare, tra il nuovo argine e quello precedente, un nuovo canale di piena, all'imbocco del quale verrà costruita un'opera di derivazione regolabile, allo scopo di influenzare la ripartizione del deflusso in condizioni di piena tra il Basso Reno e l'Ijssel. (fonte: [www.sdfproject.nl](http://www.sdfproject.nl), immagine modificata)



## 4 Conclusioni

### Più natura per più sicurezza

È opinione largamente diffusa che la tutela della natura dei corsi d'acqua sia un obiettivo auspicabile in sé, ma purtroppo in conflitto con quello della sicurezza idraulica. Questa convinzione di fondo è stata per decenni il principio ispiratore delle politiche di riduzione del rischio idraulico ed è stata profondamente interiorizzata dai progettisti e dai pianificatori, fornendo loro una "nobile" giustificazione alla realizzazione di interventi idraulici ad elevato impatto ambientale. La convinta risposta alle critiche degli ambientalisti suonava più o meno così «ci rendiamo conto del danno ecologico provocato dalle opere idrauliche, ma dobbiamo dare priorità alla difesa del bene supremo della vita umana!»

Questa convinzione, profondamente erronea, appariva tuttavia solidamente fondata sull'esperienza: pulizie fluviali, argini, difese spondali, rettifiche, escavazioni, ecc., infatti, riducevano effettivamente il rischio idraulico nel tratto d'intervento, alimentando l'illusione che bastasse estendere gli interventi a tutto il reticolo idrografico per conseguire la sicurezza idraulica.

L'errore di fondo di tale convinzione era il frutto della miope visione localistica (in parte conseguente alla frammentazione delle competenze) che ha dominato la politica degli interventi idraulici nel secolo scorso. Ci si accontentava cioè di constatare l'effettiva riduzione del rischio locale, senza rendersi conto che il più delle volte il rischio non era eliminato, ma solo trasferito a valle; così, dopo ogni intervento, i centri abitati situati a valle, trovandosi esposti ad un rischio accresciuto, correvano ai ripari con interventi analoghi, in un circolo vizioso che dissipava risorse (Fig. 4.1) col bel risultato di un incremento del

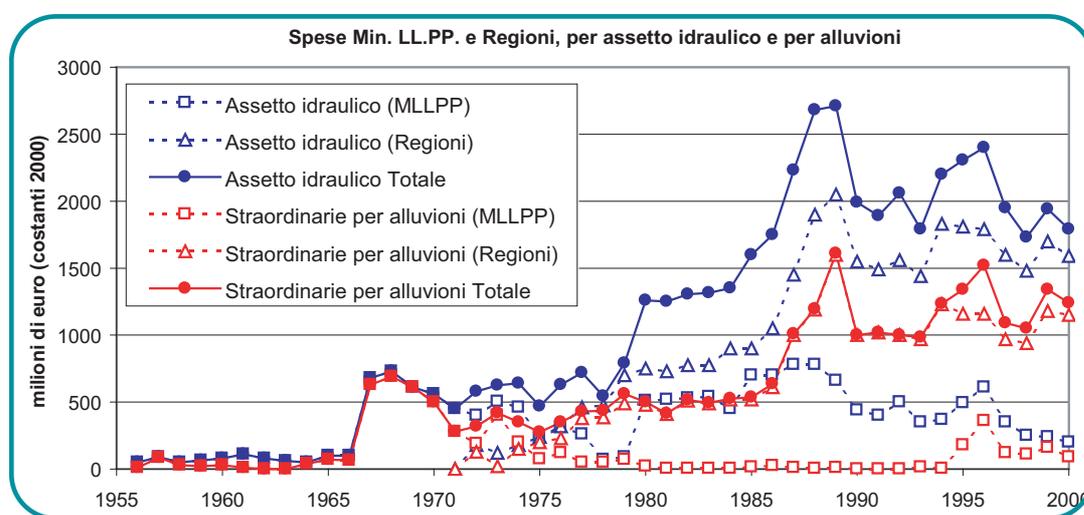


Fig. 4.1 Spesa del Ministero dei Lavori Pubblici e delle Regioni per soli interventi straordinari in seguito alle alluvioni (in rosso) e in generale per l'assetto idraulico (in blu: comprende interventi idraulici ordinari e interventi straordinari successivi alle alluvioni). (da CELLERINO, 2004, rielaborata; in CIRF 2006, Mazzanti Editore).

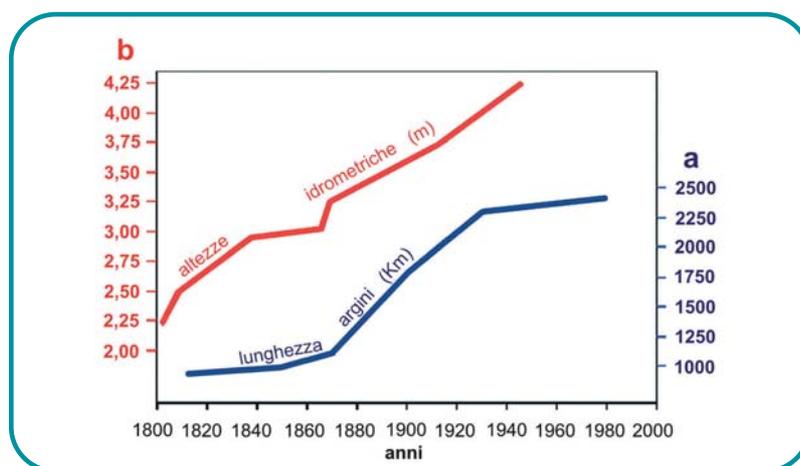


Fig. 4.2 Relazione tra lo sviluppo delle arginature del Po e dei suoi tributari (sull'asse a, in blu) e l'incremento delle altezze idrometriche dei colmi delle massime piene -in metri sullo zero idrometrico- registrate alla stazione di Pontelagoscuro (sull'asse b, in rosso). È evidente che lo sviluppo delle arginature, impedendo la laminazione, ha prodotto un incremento dei livelli, accrescendo la pericolosità complessiva. (da PUMA, 2003, ridisegnata; in CIRF 2006, Mazzanti Editore).

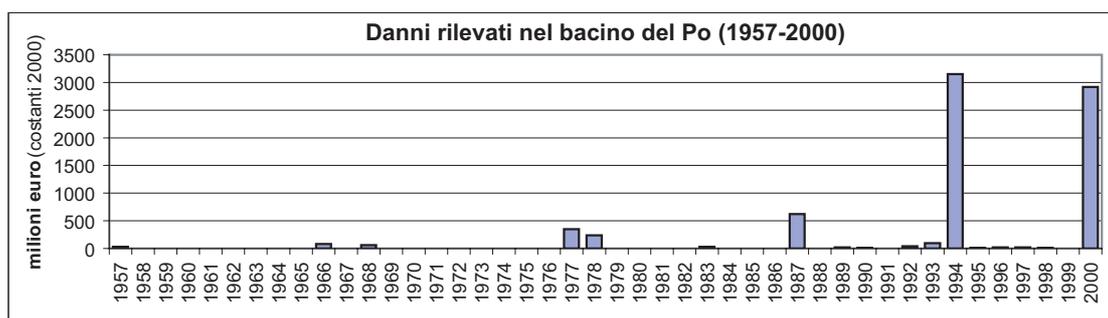


Fig. 4-3 Danni alluvionali a beni pubblici e privati rilevati nel bacino del Po (in base a richieste di indennizzo). Nonostante l'incremento degli argini (Fig. 4.2) e delle spese per interventi idraulici (Fig. 4.1), si registra un incremento dei danni. (da CELLERINO, 2004, rielaborata; in CIRF 2006, Mazzanti Editore, modificata).

rischio complessivo (Fig. 4.2) e dei danni alluvionali (Fig. 4.3)! I paraocchi che limitavano la vista al miglioramento della situazione locale impedivano di vedere il peggioramento a livello di bacino.

Per essere ancor più impietosi nella critica al vecchio modo di agire, merita sottolineare come le vere motivazioni dell'artificializzazione dei fiumi non stessero nel comodo alibi addotto (dare priorità alla sicurezza idraulica), ma nella scelta di privilegiare gli interessi economici (strappare terreno ai fiumi, per fini prima agricoli e poi edilizi), sacrificando ad essi sia la tutela ecologica sia la stessa sicurezza idraulica: un fine legittimo, ma discutibile anche sul piano della pura convenienza economica e, indubbiamente, meno nobile di quello dichiarato.

Con l'istituzione delle Autorità di bacino il quadro di riferimento culturale è radicalmente mutato: dovendo pianificare l'assetto idraulico a livello di bacino, infatti, si è costretti a togliersi i paraocchi localistici e diviene inconcepibile investire risorse per trasferire il rischio da un centro abitato all'altro. Ciò non rimuove automaticamente la convinzione che esista un intrinseco conflitto tra naturalità dei corsi d'acqua e rischio idraulico, ma rappresenta la premessa per il suo superamento.

Ma è davvero possibile conseguire una riduzione del rischio idraulico migliorando la naturalità dei fiumi? La risposta è talmente ovvia da suscitare l'interrogativo di come sia stato possibile smarrire il nostro senso critico a tal punto da ritenere in conflitto due obiettivi che, invece, sono in palese sinergia. Per limitarci agli esempi concreti riportati in questo volume, l'ampliamento dell'alveo<sup>20</sup>, la delocalizzazione di edifici situati in aree a rischio<sup>21</sup>, l'allontanamento dall'alveo di strade<sup>22</sup> o di argini<sup>23</sup>, sono tutti interventi che -restituendo spazio ai fiumi e aumentando la capacità di laminazione delle piene- ne migliorano la naturalità (permettendone la rinaturalizzazione per evoluzione spontanea) riducendo, nel contempo, il rischio idraulico. Va obiettivamente riconosciuto che questa politica ha un costo poiché, anche quando non richiede la realizzazione di opere, comporta la rinuncia allo sfruttamento di terreni adiacenti ai fiumi. Ma al tempo stesso bisogna riconoscere che anche lo sfruttamento di questi terreni ha un costo (costruzione e manutenzione di opere, danni alluvionali e geomorfologici indotti a valle) e che talora questo costo supera i benefici ottenuti. Ad esempio, il costo di una scogliera per difendere dall'erosione

un terreno agricolo è pari al valore di una fascia di terreno larga alcune centinaia di metri (per le colture più pregiate) o ben oltre il chilometro (per quelle meno pregiate)<sup>24</sup>; perciò, se la fascia di probabile erosione è più stretta, conviene non difendere la sponda<sup>25</sup>. Chi, infatti, sarebbe disposto a spendere 100 per evitare un danno di 10? Purtroppo questa domanda, apparentemente retorica e dalla risposta scontata, trova nei fatti una risposta sorprendente: molti interventi non convenienti, infatti, sono largamente praticati! La spiegazione sta nel fatto che chi li richiede a gran voce (solitamente i "frontisti", proprietari dei terreni ripari) non ne paga il costo, che è a carico dello Stato; per essi, dunque, il vantaggio di 10 è conveniente anche se il costo (pagato da altri!) fosse 1000. Si deve però convenire che questa pratica è da abbandonare, in quanto non si tratta certo di un uso oculato del denaro pubblico. In altre situazioni invece ad esempio, in molti tratti fluviali di attraversamento di centri abitati la naturalità dei fiumi è effettivamente in conflitto con la sicurezza idraulica; in questi tratti è dunque ragionevole sacrificare la naturalità. Tuttavia la riduzione del rischio nel centro abitato può essere conseguita incrementando lo spazio a disposizione dei fiumi (quindi la naturalità) nei tratti non abitati; spesso dunque il conflitto tra natura e sicurezza si verifica solo a livello locale, mentre si risolve in sinergia a livello di bacino.

20. Si veda, nel par. 3.4, l'ampliamento dell'alveo del reticolo idrografico minore operato dal Consorzio di bonifica Dese-Sile.

21. Si veda, nel par. 3.1 (caso studio 1), la delocalizzazione dello stabilimento Liquigas dalla fascia di pertinenza del Tevere.

22. Si vedano, nel par. 3.1 (caso studio 2), gli interventi sui torrenti Parmignola e Gottero.

23. Si vedano, nel par. 3.6, gli interventi pilota nell'ambito del progetto SDF.

24. A. Nardini, 2006. Vale la spesa difendere questa zona? In: CIRF, 2006. *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. A. Nardini, G. Sansoni (curatori) e collaboratori, Mazzanti Editori, Venezia, pag. 129-133.

25. Si veda la figura 2.5.



### Convivere col rischio

Abbiamo visto come la difesa dai fiumi possa essere conseguita attraverso la difesa dei fiumi e come la prospettiva delle Autorità di bacino -superando la vecchia concezione degli interventi locali, centrata sul rincorrere le emergenze anziché sulla pianificazione- abbia rappresentato un grande salto culturale. Tuttavia vi è ancora spazio per migliorare ulteriormente la politica delle Autorità di bacino, il cui elemento centrale è il PAI (Piano d'Assetto Idrogeologico).

È noto che porsi la domanda giusta è il prerequisito per trovare la risposta giusta; vediamo dunque come potrebbero essere migliorati i PAI semplicemente ponendosi la domanda giusta.

L'obiettivo di fondo di tutti i PAI è la "messa in sicurezza" per una piena con un dato tempo di ritorno, generalmente di 200 anni ( $TR=200$ ), detta perciò -seppur impropriamente<sup>26</sup>- piena duecentennale. Inoltre, per quanto sia di grande interesse pratico raggiungere tale risultato col minimo costo economico, questa analisi non è richiesta in modo stringente ed è perciò solitamente trascurata.

Questa politica è rappresentata dal punto A nella Fig. 4.4 (ove riduce il rischio a  $R_A$ , con un costo  $C_A$ ).

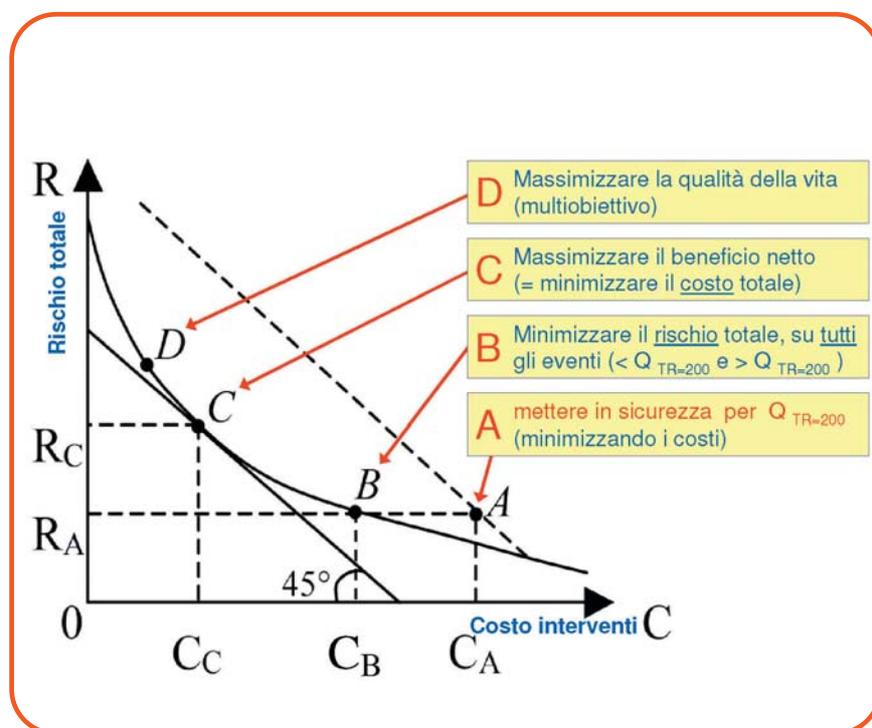
Ma più che l'efficacia del piano in occasione del "fatidico" evento duecentennale, sarebbe interessante porsi l'obiettivo di minimizzare il rischio totale (cioè sull'insieme degli

eventi, comprese le piene di entità inferiore e superiore): si tratta di una soluzione (B, in figura) per definizione più efficiente di A e che, perciò, consente di conseguire lo stesso livello di rischio ( $R_A$ ) ad un costo inferiore ( $C_B$ ).

Ma a ben vedere, anche minimizzare il rischio totale è un obiettivo poco ragionevole, poiché dobbiamo prima chiederci se l'operazione è conveniente: se, infatti, accettando un rischio di 10 (in termini di danni prevedibili) si potesse risparmiare 100 (in termini di minor costo degli interventi), sarebbe senz'altro una soluzione preferibile (soluzione C in figura). Dunque è più conveniente porsi l'obiettivo di minimizzare il costo totale (anziché il rischio totale).

Infine, potremmo uscire da un bilancio puramente economico e valutare anche altri aspetti (psicologici, sociali, ambientali) e porci l'obiettivo di massimizzare la qualità della vita (D, in figura).

Si noti come, ponendosi la domanda giusta secondo il percorso qui indicato, la politica delle Autorità di bacino e i relativi PAI subirebbero sensibili modifiche: in linea di massima, si otterrebbero risparmi rilevanti nei costi d'intervento, un miglioramento della naturalità (conseguente alla riduzione delle opere idrauliche previste) e una riduzione del rischio idraulico più contenuta rispetto alla attuale politica di "messa in sicurezza" per la piena duecentennale.



26.  
Si veda la voce "Tempo di ritorno" al paragrafo 2.10

Fig. 4.4 Formulazioni diverse (A, B, C, D) del problema da affrontare conducono a soluzioni diverse in termini di rischio idraulico totale e di costo degli interventi. Per il commento si veda il testo (da CIRF 2006, Mazzanti Editore, modificata).





Si può obiettare che, anche se sicuramente ne guadagnerebbero sia i fiumi che il nostro portafogli, la strada proposta è inaccettabile, poiché comporterebbe l'accettazione di un livello di rischio più elevato. Questa obiezione, seppure in parte inesatta, evidenzia tuttavia l'esigenza di una risposta più articolata, riassumibile nella strategia di "convivere col rischio".

L'inesattezza dell'obiezione sta nel fatto che il minor livello di rischio perseguito dai PAI è sostanzialmente illusorio, in quanto fondato sul presupposto che il grado di urbanizzazione futuro resti immutato rispetto all'attuale. Tuttavia, come ben esemplificato nella figura 2.12, è fin troppo facile profezia prevedere che nelle aree "messe in sicurezza" -non essendo previsto il vincolo di inedificabilità- si verifichi un incremento dell'urbanizzazione; in tal caso -nonostante tutti gli sforzi economici e pianificatori del PAI- il rischio idraulico, anziché diminuire, può addirittura accrescersi rispetto a quello attuale.

È vero, invece, che rinunciare all'illusorio obiettivo di "mettere in sicurezza" il territorio, richiede una politica attiva di "convivere col rischio". In questa sede si accenna soltanto alla possibilità di adottare accorgimenti per ridurre la vulnerabilità degli edifici all'inondazione, agli strumenti assicurativi, ai sistemi di previsione delle piene e di allerta, ai piani di protezione civile, rimandando per gli elementi centrali di questa politica attiva alla competenza e alla vasta esperienza della Protezione Civile.

## Piccolo glossario tecnico

### **Alveo:**

porzione di terreno entro il quale scorre un corso d'acqua.

### **Autorità di bacino:**

ente istituito dalla Legge 183/89 con finalità di pianificazione in materia di difesa del suolo, operante a scala di singolo bacino idrografico.

### **Bacino idrografico:**

parte di territorio che raccoglie tutte le acque di pioggia (o di fusione di nevi e di ghiacciai) verso una linea di impluvio (asse della valle) costituita da un fiume o torrente detto collettore. La linea che delimita un bacino idrografico si chiama spartiacque.

### **Bilancio sedimentologico:**

stima dei sedimenti apportati e di quelli persi relativamente a un determinato tratto di corso d'acqua.

### **Biodiversità:**

la variabilità degli organismi viventi di ogni origine presenti in un determinato ambiente (Convenzione sulla Diversità Biologica, Rio de Janeiro 1992).

### **Briglia:**

opera idraulica costruita in alveo, che consiste in un muro trasversale alla direzione della corrente, tale da creare un salto e una corrispondente zona di rallentamento della corrente a monte (come una piccola diga); le briglie hanno lo scopo di intrappolare i sedimenti (a monte dell'opera) e dissipare l'energia della corrente, ma causano una discontinuità lungo l'asta fluviale, con conseguenze dal punto di vista sia biologico (fauna ittica) che geomorfologico (interruzione del trasporto di sedimenti)

### **Capacità di invaso:**

è la capacità di un corso d'acqua contenere in alveo una certa portata d'acqua; dipende direttamente dalle dimensioni della sezione di deflusso.

### **Casse di espansione (o casse di laminazione):**

opere finalizzate ad accumulare temporaneamente parte dell'onda di piena. In derivazione: sono aree laterali rispetto al corso d'acqua e collegate idraulicamente ad esso solo attraverso l'opera di presa e l'opera di rilascio. Entrano in funzione, solo in occasione di piene di entità pari alla portata di progetto, trasferendo l'acqua nell'invaso attraverso l'opera di presa. Per un corretto funzionamento richiedono la realizzazione di numerose opere, tra cui argini, sfioratore e soglie. In linea: il volume di piena viene tenuto (invasato) direttamente in alveo realizzando sbarramenti trasversali che normalmente lasciano fluire l'acqua ed entrano in funzione (formando un lago temporaneo) solo con portate superiori a quella ordinaria.

### **Geomorfologia fluviale:**

studia i processi di produzione, flusso ed immagazzina-





mento di sedimenti nel bacino idrografico e nell'alveo fluviale nella breve, media e lunga scala temporale, e delle forme risultanti in alveo e nella piana inondabile.

### Laminazione (delle piene):

processo che comporta la riduzione del picco di piena ovvero l'abbassamento del livello massimo raggiunto dalla piena; la laminazione di una piena può avvenire attraverso l'immagazzinamento di parte del volume di piena e il suo rilascio in un secondo momento o tramite il rallentamento generale dei deflussi in modo che l'acqua proveniente da diverse parti del bacino idrologico arrivi nelle sezioni critiche non tutta nello stesso momento, ma sfasata nel tempo. L'artificializzazione del territorio -sia essa dovuta alla canalizzazione dell'alveo o all'impermeabilizzazione dei suoli, o ad entrambi- induce l'accentuazione dei picchi di piena, a causa della riduzione dell'infiltrazione (aumenta il volume di scorrimento superficiale) e della riduzione dei tempi di corrivazione (accelerazione della corrente e concentrazione dei deflussi dei vari affluenti). L'onda di piena diventa più elevata (maggiore rischio), anticipata (minor tempo per interventi di Protezione Civile) e si esaurisce più rapidamente (magre più spinte e prolungate) (Fig. 5.1).

### Picchi di piena:

vedi "laminazione (delle piene)".

### Scabrezza:

è il termine con cui si definisce la resistenza che l'acqua incontra scorrendo nell'alveo o, in piena, nelle golene del fiume. Più l'alveo è liscio, minore è la scabrezza e maggiore la velocità della corrente. La presenza di vegetazione in alveo o in golena aumenta la scabrezza, riduce la velocità della corrente e aumenta il livello: al di fuori dei centri abitati ha quindi un effetto generalmente positivo perché "trattiene" l'acqua (Vedi voce "pulizia dell'alveo" al paragrafo 2.8 Pulizia dell'alveo:)

### Sedimenti:

materiale di diverse dimensioni, generalmente accumulato in alveo, prodotto dalla disgregazione naturale (meccanica o chimica) di rocce. La produzione di sedimenti a scala di bacino idrografico è definita come la quantità di materiale solido che viene trasferita (trasporto solido), in un assegnato intervallo temporale, dalle zone di erosione o frana ("sorgenti" di sedimenti) all'interno del bacino fino alla sua sezione di chiusura (considerando eventuali "rideposizioni" al suo interno).

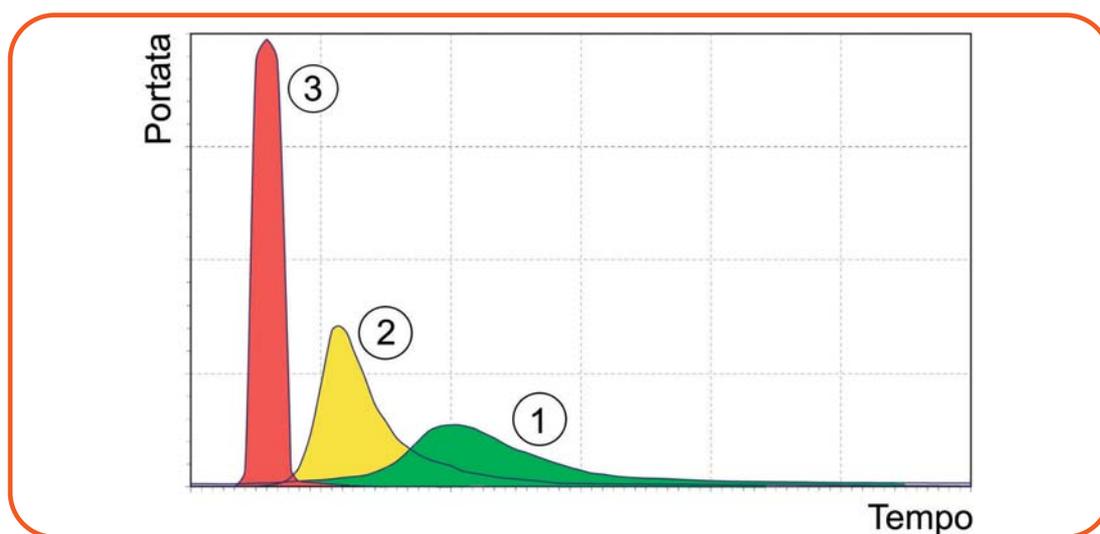


Fig. 5.1. Rappresentazione schematica (esagerata ad arte) del comportamento di un idrogramma di piena in un bacino naturale (1) e nello stesso dopo un'artificializzazione media (2) ed estrema (3). Poiché l'integrale della curva (l'area sottesa al picco) rappresenta il volume defluito durante la piena, è chiaro che per ridurre l'altezza del picco occorre allargarne la base: in altre parole, occorre farla defluire in un tempo più lungo. Ciò significa che per ridurre le punte di piena occorre rallentare la corrente: proprio l'esatto contrario dell'approccio classico alla sistemazione dei corsi d'acqua! (Figura: G. Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore)

### Opere di difesa:

insieme di opere idrauliche che impediscono i naturali processi di esondazione della corrente (argini, muri arginali) o di erosione (difese spondali, pennelli, briglie). Spesso, però, andrebbero più esattamente definite "opere di trasferimento del danno" (dal tratto difeso ad un altro, solitamente posto a valle).

### Pennello:

opera idraulica che consiste nella costruzione di un rilevato di forma allungata (solitamente una scogliera) trasversale rispetto alla sponda (o alla linea di costa) allo scopo di rallentare la corrente in prossimità della sponda stessa, in modo da ridurre i processi erosivi.

### Sezione (trasversale):

superficie ottenuta tagliando l'alveo con un piano immaginario in direzione perpendicolare alla direzione della corrente.

### Trasporto solido:

movimento dei sedimenti da monte verso valle; avviene costantemente in un corso d'acqua, ma assume intensità parossistiche durante le piene eccezionali. Un'interruzione del trasporto solido (per esempio con opere trasversali quali dighe o briglie) causa un deficit nel bilancio di sedimenti a valle (erosione del letto del fiume) fino al mare (erosione delle coste) (vedi anche "Bilancio sedimentologico").



## Bibliografia

BARUFFI F., RUSCONI A., SURIAN N., 2004.

**Le fasce di pertinenza fluviale nella pianificazione dei bacini idrografici: aspetti metodologici ed applicazioni.**

In: Atti Convegno Interpraevent, Riva del Garda, Maggio 2004, VIII/1-VIII/9.

CIRF, 2006.

**La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio.**

A. Nardini, G. Sansoni (curatori) e collaboratori, Mazzanti editore, Venezia.

MALAVOI J.R., BRAVARD J.P., PIEGAY H., HEROIN E., RAMEZ P., 1998.

**Determination de l'espace de liberté des cours d'eau.**

Bassin Rhone Mediterranee Corse, Guide Technique N°2, 39 pp.

NARDINI A., 2005. **Decidere l'ambiente con l'approccio partecipato.** Una visione globale e indicazioni operative con enfasi sulla problematica acqua e un'esemplificazione sul fiume Taro, prodotto da CIRF, Mazzanti Editore, Venezia.

PIÉGAY H., BRAVARD J.P., DUPONT P., 1994.

**The French water Law: a new approach for alluvial hydrosystem management, French alpin et perialpin stream examples).**

In: Annual summer symposium of the American Water Resources Association, Effects of human-induced changes on hydrologic systems. R.A. Marston and V.R. Hasfurther (eds.), American Water Resources Association, Jackson Hole, Wyoming, USA: 371-383.

PIÉGAY H., BARGE O., LANDON N., 1996.

**Streamway concept applied to river mobility/human use conflict management.**

In: First international conference on new/emerging concepts for rivers. Proceedings Rivertech 96, International Water Resources Association: 681-688.

RINALDI M., SIMON A., 1998.

**Bed-level adjustments in the Arno River, Central Italy.**

Geomorphology, 22 (1): 57-71.

RINALDI M., 2003.

**Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy.**

Earth Surface Processes and Landforms, 28 (6): 587-608.

SURIAN N., RINALDI M., 2003.

**Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy.**

Geomorphology 50: 307-326.

### Siti web per approfondimenti:

[www.cirf.org](http://www.cirf.org) (progetto Gesso)

[web.mit.edu/fmr/www/11.308/project\\_cases\\_platz.html](http://web.mit.edu/fmr/www/11.308/project_cases_platz.html) (progetto Berlino)

[www.sdfproject.nl](http://www.sdfproject.nl) (progetto SDF)

[www.bonificadesesile.net](http://www.bonificadesesile.net)

(Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della terraferma veneziana)

