



Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale

R RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

Numero 3.4/2010

speciale

**BUONE PRATICHE
PER LA PROGETTAZIONE E LA GESTIONE
DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE NATURALE
NELL'OTTICA DELLA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE**

Scheda 4 - RISCHIO IDRAULICO



Provincia dell'Aquila
Assessorato all'Ambiente

Questa pubblicazione e tutti gli articoli in essa contenuti sono rilasciati sotto licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 2.5, ovvero

Tu sei libero:

- di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera

Alle seguenti condizioni:

 **Attribuzione.** Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera

 **Non commerciale.** Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.

 **Non opere derivate.** Non puoi alterare o trasformare quest'opera, né usarla per crearne un'altra.

- Ogni volta che usi o distribuisi quest'opera, devi farlo secondo i termini di questa licenza, che va comunicata con chiarezza.
- In ogni caso, puoi concordare col titolare dei diritti utilizzi di quest'opera non consentiti da questa licenza.
- Questa licenza lascia impregiudicati i diritti morali.

Le utilizzazioni consentite dalla legge sul diritto d'autore e gli altri diritti non sono in alcun modo limitati da quanto sopra.

Questo è un riassunto in linguaggio accessibile a tutti del Codice Legale (la licenza integrale) che si può consultare sul sito internet <http://creativecommons.it/licenze>

AUTORI

Marco Monaci
Ileana Schipani
Giuseppe Sansoni
Bruno Boz

SI RINGRAZIANO PER LA COLLABORAZIONE

Giuliano Trentini
Daniele Sogni
Michele Ceddia

GRAFICA E IMPAGINAZIONE

Anna Polazzo

FOTO DI COPERTINA

Commissario Delegato per l'emergenza socio-economica-ambientale del bacino del fiume Aterno-Pescara. Elaborazione dati PSDA (Piano Stralcio difesa Alluvioni) Regione Abruzzo. Progetto a cura di BETA studio srl.

RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

Numero 3.4/2010

SOMMARIO

| | |
|----|---|
| 5 | PREFAZIONE |
| 7 | INTRODUZIONE ALLE BUONE PRATICHE |
| 9 | RISCHIO IDRAULICO |
| 9 | 1 PREMESSA |
| 9 | 2 APPROCCIO GENERALE AL PROBLEMA DEL RISCHIO IDRAULICO |
| 13 | 3 ANALISI DELLE CAUSE |
| 13 | 3.1 SCALA DI BACINO |
| 14 | 3.2 SCALA LOCALE |
| 14 | 4 OBIETTIVI DELLE AZIONI A SCALA DI BACINO |
| 16 | 5 ESEMPI DI POSSIBILI AZIONI A SCALA DI BACINO IN RELAZIONE AI DIVERSI OBIETTIVI |
| 16 | 5.1 OBIETTIVO: INCREMENTARE LA LAMINAZIONE A SCALA DI BACINO |
| 16 | 5.1.1 Azione: aumento delle aree inondabili |
| 17 | 5.1.2 Azione: ampliamenti naturalistici di sezione (riqualificazione morfologica) |
| 17 | 5.1.3 Azione: incremento della capacità di invaso del reticolo minore |
| 18 | BOX - ABBASSAMENTO DELLE GOLENE |
| 20 | BOX - ELIMINAZIONE/SPOSTAMENTO DEGLI ARGINI PER LA RICONNESSIONE DELLE AREE INONDABILI AL CORSO D'ACQUA |
| 22 | BOX - ESONDAZIONE CONTROLLATA NELLE AREE AGRICOLE |
| 23 | BOX - CASSE D'ESPANSIONE: USO ED ABUSO |
| 26 | BOX - ARRETRAMENTO DEGLI ARGINI PER AMPLIARE LA SEZIONE |
| 27 | BOX - INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELLA CAPACITÀ DI LAMINAZIONE DEL RETICOLO MINORE |
| 28 | BOX - FORESTAZIONE DI AREE GOLENALI PER RALLENTARE I DEFLUSSI |
| 28 | 5.1.4 Azione: uso della vegetazione per incrementare la scabrezza e rallentare le piene |
| 28 | 5.1.5 Azione: incremento/mantenimento della capacità di infiltrazione del suolo attraverso interventi diffusi di forestazione ed evitandone l'impermeabilizzazione |
| 29 | BOX - RIDUZIONE DELLE SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE IN AMBITO URBANO |
| 30 | 5.2 OBIETTIVO: CONVIVERE CON IL RISCHIO |
| 30 | 5.2.1 Azione: migliorare il sistema di allarme e protezione civile |
| 30 | 6 OBIETTIVI DELLE AZIONI A SCALA LOCALE |
| 31 | 7 ESEMPI DI POSSIBILI AZIONI A SCALA LOCALE IN RELAZIONE AI DIVERSI OBIETTIVI |
| 31 | 7.1 OBIETTIVO: EVITARE ED ELIMINARE LA PRESENZA DI BENI A RISCHIO |
| 31 | 7.1.1 Azione: vincoli alle nuove edificazioni |
| 31 | 7.1.2 Azione: delocalizzazione di edifici e beni a rischio |

| | |
|-----------|---|
| 31 | BOX - ESEMPIO, NEGATIVO, DI SVINCOLO DI AREA PER NUOVE EDIFICAZIONI |
| 32 | BOX - DELOCALIZZAZIONE DI EDIFICI SITUATI NELLA FASCIA D PERTINENZA FLUVIALE |
| 32 | 7.2 OBIETTIVO: RIDURRE LA VULNERABILITÀ DEI BENI ESPOSTI |
| 32 | 7.2.1 Azione: interventi sugli edifici |
| 33 | BOX - SPOSTAMENTO DELLA VIABILITÀ |
| 34 | BOX - EDIFICI A PROVA DI PIENA |
| 34 | 7.3 OBIETTIVO: PROTEGGERE I BENI ESPOSTI |
| 34 | 7.3.1 Azione: costruzione di opere idrauliche mirate |
| 34 | 7.4 OBIETTIVO: RISOLVERE PROBLEMI LOCALIZZATI IN SEZIONI IDRAULICAMENTE INSUFFICIENTI |
| 34 | 7.4.1 Azione: rimuovere la causa del restringimento |
| 36 | BOX - DIFESA MIRATA DEGLI ABITATI: IL CASO DEL FIUME SANGRO |
| 37 | 74.2 Azione: allargamenti di sezione con spostamento di argini |
| 37 | BIBLIOGRAFIA |

Prefazione

Negli ultimi anni abbiamo assistito a un concreto incremento di attenzione verso il nostro patrimonio ambientale, ancorché la coscienza degli operatori e dei fruitori non abbia ancora compiutamente sviluppato quella sensibilità che invece "l'ambiente" merita.

Chi si occupa quotidianamente di problemi riguardanti il territorio, oltre a promuovere una maggiore sensibilità verso la natura deve anche porsi un importante obiettivo: contribuire alla conoscenza e allargare gli orizzonti degli operatori che si occupano di ambiente presso le amministrazioni pubbliche.

In particolare, in un territorio come quello della Provincia dell'Aquila, caratterizzato da una presenza di corsi d'acqua di assoluto rilievo, diviene fondamentale approfondire le problematiche connesse al loro "funzionamento" e definire le modalità per una loro corretta gestione.

La Provincia ha perciò ritenuto opportuno promuovere iniziative di studio, formazione, educazione e divulgazione di buone pratiche per la gestione del patrimonio idrologico provinciale, oltre a sperimentare nuove forme di approccio alla risoluzione dei problemi cui l'Ente deve far fronte giornalmente.

La ricerca delle migliori soluzioni per la gestione dei corsi d'acqua richiede un lavoro di tipo interdisciplinare, un'azione improntata alla sostenibilità ambientale e la capacità di ottimizzare la sempre più scarsa disponibilità di risorse economiche. Gli Enti pubblici, infatti, e in particolare i Geni Civili, sono chiamati a progettare interventi sul reticolo idrografico e a programmare, valutare e autorizzare azioni di diversi soggetti pubblici e privati, dalla riqualificazione dell'ecosistema fluviale, alla realizzazione di attraversamenti fino alla gestione/autorizzazione delle derivazioni.

I tecnici devono pertanto confrontarsi con la necessità di definire strategie di "gestione" dei corsi d'acqua sempre più integrate, al fine di coniugare le esigenze di protezione dal rischio di alluvioni e di dissesto idromorfologico con quelle di natura ambientale, sociale ed economica.

Per rispondere a questa richiesta, dettata dal contesto normativo, ma anche dai nuovi bisogni della società, la Provincia ha intrapreso un percorso di innovazione delle prassi decisionali e progettuali per la gestione dei corsi d'acqua, così da basarle maggiormente su una visione ad ampio spettro delle problematiche e su un approccio multiobiettivo.

Da queste esigenze, negli anni 2008-2009, per volontà dell'Assessore all'Ambiente Dott. Michele Fina, è nata la proficua collaborazione tra l'Amministrazione Provinciale dell'Aquila e il CIRF, Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale, che ha visto la realizzazione di un corso di formazione rivolto al personale tecnico del

Genio Civile provinciale e incentrato sugli aspetti teorici e pratici della gestione dei corsi d'acqua: un corso che ha indubbiamente fornito gli stimoli per guardare ai fiumi del nostro territorio con nuova consapevolezza e che ha gettato le basi, con i contenuti raccolti in questa pubblicazione, per prendersene cura in modo più appropriato e cosciente.

Al CIRF va il mio più sentito apprezzamento per la disponibilità, la professionalità e la competenza posta a servizio dei nostri tecnici.



Ing. FRANCESCO BONANNI

Dirigente del Settore Ambiente della Provincia dell'Aquila

Introduzione alle Buone Pratiche

MOTIVAZIONI

Come coniugare la gestione del rischio idraulico con la tutela e la riqualificazione degli ecosistemi fluviali?

In che modo affrontare i problemi di incisione ed erosione migliorando lo stato ecologico dei corsi d'acqua? È possibile integrare la prassi di programmazione, progettazione e manutenzione del reticolo idrografico gestito dai "Geni civili" affinché questi obiettivi possano essere perseguiti in modo congiunto?

Il CIRF, insieme al Settore Ambiente della Provincia dell'Aquila, ha provato a rispondere a queste domande raccogliendo differenti approcci, soluzioni tecniche ed esperienze concrete in una pubblicazione online gratuita, il numero speciale della rivista "Riqualificazione fluviale" dedicato alle "Buone pratiche per la progettazione e la gestione del reticolo idrografico minore naturale nell'ottica della riqualificazione fluviale" (nel seguito "Buone Pratiche").

DESTINATARI

Le buone pratiche si rivolgono principalmente agli Enti (Geni civili, Servizi tecnici di bacino, Settori ambientali delle Pubbliche Amministrazioni, ecc.) che programmano, progettano, valutano e autorizzano interventi sul reticolo idrografico minore naturale, oltre che ai professionisti, alle Università e a chiunque a diverso titolo si occupi di corsi d'acqua.

AMBITO DI APPLICAZIONE

La pubblicazione fornisce indicazioni utili per la gestione del reticolo idrografico minore naturale; si intendono perciò esclusi i grandi fiumi e il reticolo artificiale.

I concetti di base introdotti dalle buone pratiche sono generalmente validi anche per queste tipologie di corsi d'acqua, ma i suggerimenti progettuali specifici potrebbero non essere adeguati alle loro dimensioni, alle dinamiche, alle portate, ecc. . Le buone pratiche, pur non coprendo tutte le tipologie di reticolo minore naturale presenti nel territorio nazionale, si pongono come uno strumento dinamico, che può essere periodicamente integrato e aggiornato mediante la raccolta di nuovi casi, tipologie, soluzioni.

PROBLEMATICHE TRATTATE

Il numero speciale della rivista intende illustrare, attraverso specifiche Schede, le possibilità offerte dalla riqualificazione fluviale per la soluzione dei principali problemi affrontati dai Geni Civili nella gestione dei corsi d'acqua:

- Scheda 1 - Erosione spondale
- Scheda 2 - Incisione dell'alveo
- Scheda 3 - Sovralluvionamento
- Scheda 4 - Rischio idraulico

Le schede contengono suggerimenti concettuali utili per orientare le scelte progettuali e, in quanto tali, non devono essere considerate un manuale tecnico-operativo esauriente che, dall'analisi del problema e delle cause, permette di passare in modo schematico ed automatico alla soluzione progettuale; quest'ultima deve invece essere individuata adattando i suggerimenti tecnici forniti alla specifica realtà territoriale in studio.

stivo che, dall'analisi del problema e delle cause, permette di passare in modo schematico ed automatico alla soluzione progettuale; quest'ultima deve invece essere individuata adattando i suggerimenti tecnici forniti alla specifica realtà territoriale in studio.

APPROCCIO GENERALE: LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

Il termine riqualificazione fluviale è stato per molto tempo associato agli interventi di forestazione delle sponde, ad azioni sugli scarichi fognari o dei depuratori o, tutt'al più, ad interventi puntuali di creazione di habitat in alveo e sulle sponde (come rifugi per pesci, buche e raschi, ecc.), la cui realizzazione era però subordinata al mantenimento di un deflusso delle piene libero da ogni impedimento.

Le buone pratiche non rinnegano tali interventi, considerati anzi in alcuni casi di estrema importanza, ma intendono fare un passo in avanti rispetto a questo approccio, ampliando le opportunità per ottenere un miglioramento ambientale dei corsi d'acqua e del territorio attraversato; nelle schede si suggerisce, infatti, l'uso di interventi di riqualificazione fluviale per affrontare problemi quali il rischio idraulico, il dissesto spondale, ecc..

La riqualificazione fluviale è ormai considerata come una strategia vantaggiosa per risolvere problemi che possono mettere a rischio la vita, il benessere e la salute delle persone, senza limitarsi ad essere un semplice corollario, "una volta risolti i problemi seri", finalizzato esclusivamente al pur importante miglioramento dello stato degli ecosistemi.

Secondo questo approccio¹, il rischio di alluvioni può essere limitato gestendo i corsi d'acqua in modo più naturale, restituendo loro spazio e naturalità, mentre mantenere o ripristinare una dinamica morfologica attiva dei corsi d'acqua -"lasciar muovere" di più il fiume- e garantire un trasporto solido il più possibile indisturbato cominciano ad essere considerate azioni prioritarie per il controllo del dissesto idromorfologico.

Azioni che prevedono l'uso o il ripristino di opere fluviali (argini, casse d'espansione, ecc.) dovrebbero quindi essere prese in considerazione solo dopo aver verificato che le soluzioni offerte dalla riqualificazione fluviale non siano praticabili o lo siano solo parzialmente, e comunque dopo aver adeguatamente indagato il funzionamento idraulico, geomorfologico, ecosistemico del corso d'acqua in studio, le ricadute di medio e lungo periodo delle opere fluviali e la loro sostenibilità tecnico-economica.

Un concetto fondamentale nella valutazione dei processi che agiscono sull'alveo e per la definizione degli interventi di riqualificazione è quello dell'equilibrio geomorfologico dinamico, che caratterizza la tendenza dell'alveo a mantenere la propria struttura (tipologia fluviale, pendenza, larghezza, profondità, sinuosità, ecc.) alla scala temporale di medio termine (o gestionale), pur modificandosi e variando continuamente il tracciato (equilibrio "dinamico").

I processi geomorfologici (erosione, trasporto e sedimentazione) costituiscono, infatti, i meccanismi principali per la formazione dell'alveo, della piana inondabile, dei terrazzi e di altre strutture presenti nel bacino

idrografico e nel corridoio fluviale. I corsi d'acqua e le loro piane inondabili si assestano costantemente in funzione della quantità di acqua e di sedimenti fornita dal bacino idrografico: stati di squilibrio, al contrario, inducono processi accelerati di riaggiustamento morfologico (incisione ed erosione delle sponde fuori controllo, ecc.), con pesanti ripercussioni economiche ed ecologiche. Qualsiasi progetto di intervento sui corsi d'acqua deve quindi tenere in attenta considerazione tali processi, per comprendere se e come intervenire per riequilibrarli (nel caso si abbia una situazione di instabilità fuori controllo) o se lasciare che si manifestino liberamente, o con vincoli da definire in funzione della situazione locale, perché espressione della naturale dinamica dei corsi d'acqua.

¹ Per ulteriori dettagli si veda il Manuale "La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" (Nardini A. e Sansoni G. e collaboratori - CIRF, 2006)

Rischio idraulico

1 PREMESSA

- Le buone pratiche descritte nella presente scheda hanno lo scopo di mostrare le possibilità offerte dalla **riqualificazione fluviale** nella soluzione del **problema del rischio idraulico**.

- Secondo questo approccio, descritto dettagliatamente nel Manuale *“La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d’acqua e il territorio”* (Nardini A. e Sansoni G. e collaboratori - CIRF, 2006), in molti casi la soluzione migliore per ridurre il rischio idraulico è costituita dalla restituzione di spazio ai fiumi e dal recupero della loro naturalità, pur nei vincoli imposti da un uso intensivo del territorio.

- Azioni che prevedono l’uso o il ripristino di opere fluviali** (argini, casse d’espansione, ecc.) dovrebbero quindi essere prese in considerazione solo dopo aver verificato che le soluzioni offerte dalla riqualificazione fluviale non siano praticabili o lo siano in parte, e comunque dopo aver adeguatamente indagato il funzionamento idraulico, geomorfologico, ecosistemico del corso d’acqua in studio, le ricadute di medio e lungo periodo delle opere fluviali e la loro sostenibilità tecnico-economica.

- La scheda in oggetto consiste in **suggerimenti concettuali** utili per orientare le scelte progettuali e non deve essere considerata un manuale tecnico-operativo che, dall’analisi del problema e delle sue cause, permette di passare in modo schematico ed automatico alla soluzione progettuale; questa deve invece essere individuata adattando

i suggerimenti tecnici della scheda alla specifica realtà territoriale in studio.

- Le indicazioni qui fornite non intendono essere esaustive e nemmeno coprire tutte le tipologie di reticolo minore naturale presenti nel territorio nazionale, ma anzi hanno l’ambizione di essere uno **strumento periodicamente aggiornato** mediante la raccolta di nuovi casi, nuove tipologie, nuove soluzioni.

- Si sottolinea infine che i cenî teorici presenti nella scheda in merito alle caratteristiche geomorfologiche, ecologiche, idrauliche dei corsi d’acqua ed all’approccio della riqualificazione fluviale, potranno essere approfonditi facendo riferimento al Manuale già citato, alla bibliografia specifica in esso indicata ed a quella essenziale riportata nella presente scheda.

2 APPROCCIO GENERALE AL PROBLEMA DEL RISCHIO IDRAULICO

- 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.

- Semplificando molto, **nella pratica il rischio idraulico si stima 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/o dalle persone esposte;

- la **“pericolosità”**, ovvero la **probabilità che accada un evento** che potenzialmente può danneggiare i beni esposti (Figura 1) o può provocare vittime. Si noti che se non vi sono beni o persone esposte (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 (ad esempio argini) 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 danneggiabili in caso di alluvione, ad esempio lasciando liberi i piani bassi degli edifici o chiudendone le aperture). Tra questi interventi sono compresi anche quelli cosiddetti **“non strutturali”**, riferiti in particolare alle persone esposte, che hanno l’obiettivo di allontanare in tempo utile coloro che risulterebbero coinvolti dall’evento alluvionale.

- L’**approccio** che si è affermato negli ultimi due secoli e che denominiamo **“classico”** per la difesa dal rischio idraulico è dunque quasi esclusivamente basato sulla **realizzazione di opere di difesa idraulica**, progettate nell’ottica di contenere le piene entro stretti argini e allontanare l’acqua il più in fretta possibile, mettendo così **“in sicurezza”** il territorio.

- Il **concetto di “mettere in**

sicurezza" è però tecnicamente sbagliato: qualsiasi opera idraulica -ad esempio un argine- è progettata per una determinata portata (associata ad un certo "tempo di ritorno" o "probabilità" che tale portata si verifichi), ma per tutte le portate superiori l'opera può risultare inefficiente o inutile (ad esempio l'argine può essere tracimato). Esiste infatti sempre la probabilità -seppur statisticamente bassa- che si verifichi una piena peggiore di quella di progetto, ma l'illusione generata dalla "messa in sicurezza del territorio" può aver portato alla convinzione che ciò non possa accadere, rendendo quindi la popolazione impreparata ad eventi gravi.

- A questa illusione di sicurezza, legata all'uso di terminologia impropria, si somma poi quella generata dalla presenza di imponenti opere idrauliche, come le casse d'espansione e le migliaia di chilometri

di argini che solcano le pianure italiane, che sembrano promettere protezione illimitata contro le piene dei fiumi, ma che in realtà non possono mantenere tale promessa. Non solo, come ricordato al punto precedente, queste opere "difendono" solo contro determinati eventi atmosferici, ma possono anche essere soggette a cedimenti improvvisi, che espongono al rischio di inondazioni immense porzioni di territorio considerate un attimo prima "in sicurezza" e quindi non preparate a tali eventi, rari ma possibili (si veda in Figura 2 il recente cedimento di un argine del Fiume Serchio, che ha causato l'allagamento di vaste aree coltivate e abitate).

- L'approccio "classico", sviluppatosi in un contesto socio-economico e culturale diverso da quello attuale (minore urbanizzazione, maggiore disponibilità di risorsa idrica, scarsa attenzione alla salvaguar-

dia ambientale del territorio) oggi non è più adeguato e sostenibile. Infatti:

- si è dimostrato inefficace alla soluzione complessiva del problema, come dimostrato dal fatto che ogni anno si ripetono inondazioni su vaste aree del paese, impreparate a tali eventi;
- richiede costi di realizzazione e di manutenzione delle opere molto elevati e spesso sproporzionati rispetto al valore dei beni difesi;
- induce una falsa "percezione" di sicurezza che si traduce spesso in un incremento dei beni esposti nelle zone "messe in sicurezza";
- una tale situazione riduce il rischio per eventi ordinari, ma incrementa il rischio per eventi straordinari;
- adotta un'ottica localistica (risolve il problema in un punto spostandolo però più a valle);

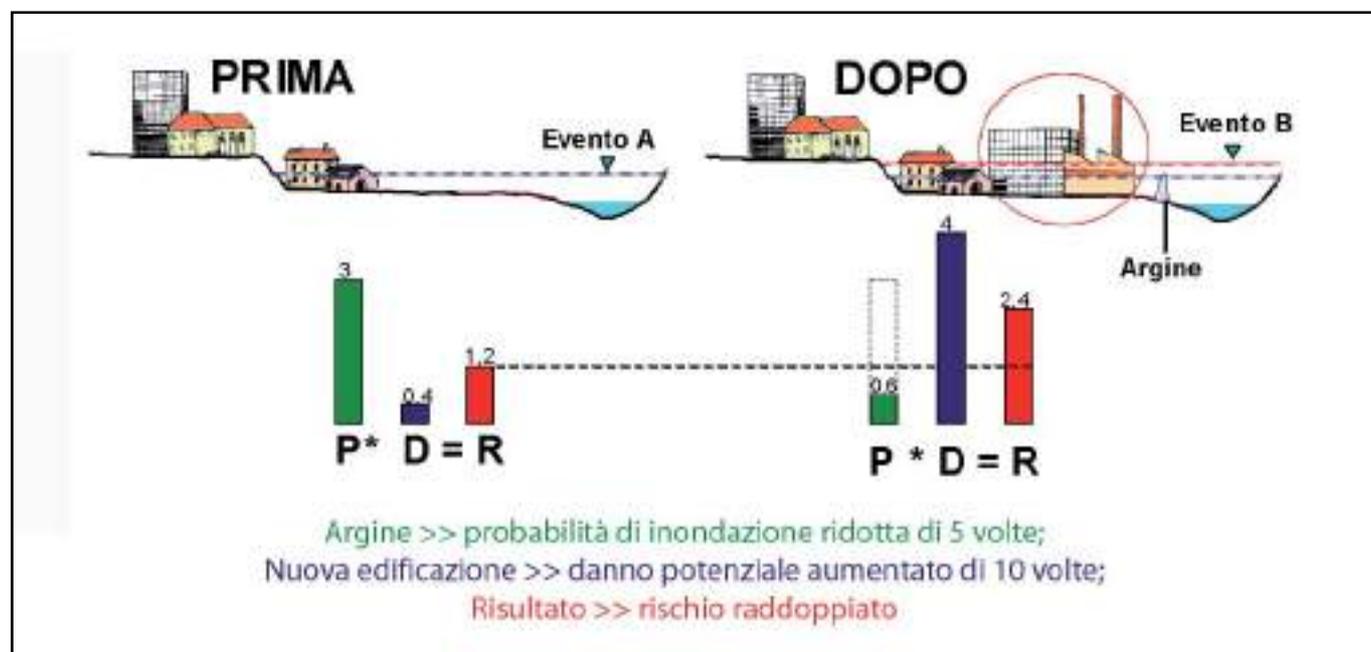


Figura 1 - Maggior protezione, può portare a ... maggior rischi! Un dato Evento A che prima produceva danno a due edifici (a sinistra), ora, dopo la realizzazione della protezione arginale (a destra), è neutralizzato perché la portata è contenuta nell'alveo. Esiste però un evento superiore (Evento B), 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 (da 3 a 0,6 in figura, corrispondente ad esempio al passaggio del tempo di ritorno da 30 a 150 anni) ma, nel caso di inondazione, il danno potenziale aumenta di 10 volte (da 0,4 a 4 in figura, corrispondente ad esempio rispettivamente a 400.000€ e 4.000.000€ di beni esposti, allora si ha un raddoppio del rischio complessivo (da 1,2 a 2,4 in figura). P: pericolosità (probabilità di inondazione dell'area); D: danno corrispondente; R: rischio. (Illustrazione: Andrea Nardini, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).

- altera pesantemente i processi e le dinamiche fluviali a medio e lungo termine con conseguenze spesso imprevedibili e negative anche in termini di rischio e dissesto;
- ha ripercussioni molto negative in termini ambientali e di disponibilità di risorsa idrica; l'acqua viene di fatto considerata come un problema da scaricare a valle il più in fretta possibile invece che una preziosa risorsa da accumulare nel "serbatoio" naturale offerto dal sistema dei corpi idrici superficiali e sotterranei.



Figura 2 – Il caso della drammatica rottura dell'argine del fiume Serchio del Dicembre 2009 evidenzia la fragilità del sistema difensivo e conferma la necessità di una strategia che miri non solo a ridurre la pericolosità ma soprattutto a non incrementare i beni esposti.

- Parte di questi limiti ha iniziato ad essere superata grazie alla gestione del rischio idraulico a scala di bacino.

- Le esperienze europee e l'analisi della situazione italiana mostrano però chiaramente come vi sia la necessità di integrare ulteriormente la strategia di gestione del rischio idraulico, recependo i principi della riqualificazione fluviale qui proposti, secondo i quali una gestione dei corsi d'acqua più rispettosa delle loro dinamiche naturali, e quindi meno propensa all'artificializzazione del territorio, è una strategia vincente per ridurre il rischio di alluvioni; in sintesi tali principi suggeriscono di:

riscono di:

- restituire spazio ai fiumi e recuperarne la naturalità come mezzo primario per ridurre il rischio;
- rinunciare all'illusione di "mettere in sicurezza in termini assoluti" e di avere "rischio zero": accettare, invece, di convivere con il rischio cercando di minimizzarlo;
- ricorrere ad un insieme di soluzioni più ampio rispetto al solo utilizzo delle classiche opere idrauliche: ampliamenti di sezio-

ne naturaliformi, delocalizzazioni dei beni esposti, miglioramento dei sistemi di allarme in caso di piena, utilizzo della vegetazione per rallentare le piene a monte delle aree in cui occorre diminuire il rischio, rimozione e rifacimento di opere che ostruiscono il deflusso (quali ponti troppo stretti), incremento della capacità di invaso del reticolo idrografico minore, adozione di meccanismi assicurativi e di compensazione per l'utilizzo di aree non urbanizzate ai fini della laminazione, ecc. .



Figura 3 - Fiume Magra presso Stadano (MS). A sinistra (1987): costruzione –da parte del Genio Civile– di una difesa a protezione di terreni agricoli (la freccia gialla indica l'escavatore in opera, quella bianca la direzione della corrente). A destra (2002): circa un terzo della difesa 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: Giuseppe Sansoni, da CIRF 2006, Mazzanti Editore).



Figura 4 – Una panoramica di interventi idraulici “classici”, concepiti per “risolvere” problemi locali di rischio idraulico, che in realtà velocizzano i deflussi incrementando il rischio a valle (Foto: Bruno Boz).

- affrontare esplicitamente la problematica dei conflitti nell'uso del suolo e attivare forme innovative di finanziamento-gestione, del tipo "chi inquina/usa, paga" (in senso esteso e in forma generalizzata);
- nella pianificazione degli interventi effettuare attente valutazioni "costi-benefici" (Figura 3) ad una scala temporale adeguata (medio-lunga), nel tentativo di uscire dalla logica di intervento "emergenziale" e di evitare di scaricare sulle generazioni future costi eccessivi di manutenzione del fragile sistema artificializzato da noi realizzato.

3 ANALISI DELLE CAUSE

3.1 SCALA DI BACINO

Le cause del rischio idraulico possono essere ricondotte a diverse situazioni a scala di bacino, in particolare:

- rettificazione, restringimento, canalizzazione e rimozione della vegetazione in ampi tratti di corsi d'acqua (Figura 4), con conseguente riduzione delle aree di esondazione; queste azioni risolvono problemi locali, ma a scala più ampia, velocizzando i deflussi, provocano l'aumento dei picchi di piena (Figura 5) trasferendo così il rischio a valle (Figura 6). Si consideri che tali effetti possono venire generati non solo dalla realizzazione di opere di difesa, ma anche da significative variazioni del tracciato e dell'ampiezza degli alvei dovute a processi geomorfologici indotti da attività antropiche (escavazioni, realizzazione di invasi, mutamenti dell'uso del suolo, ecc.).
- modifica dell'uso del suolo, quando questo provoca la diminuzione dei tempi di corrvazione (a

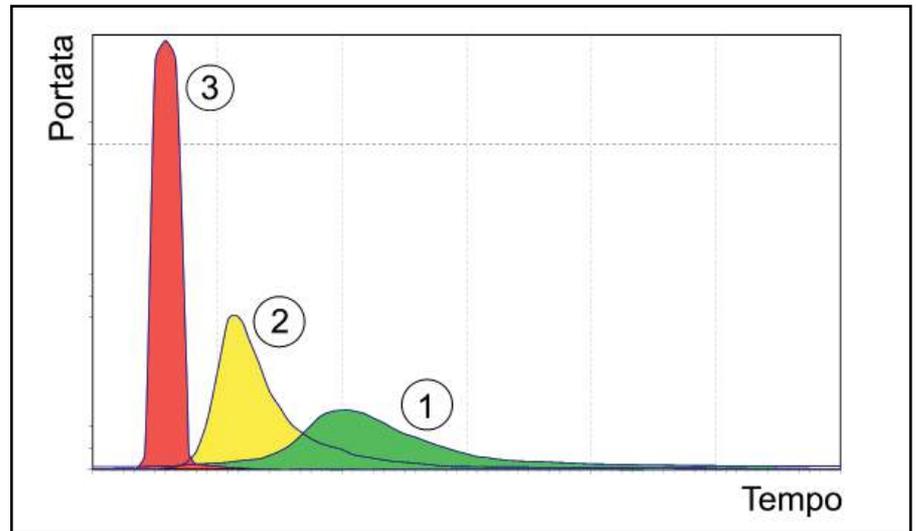


Figura 7 – Anche l'uso del suolo incide fortemente sul rischio idraulico. In bacini scarsamente forestati o impermeabilizzati si ha una riduzione dei tempi di corrvazione (T_c) con conseguente incremento dei picchi di piena (Foto Bruno Boz).

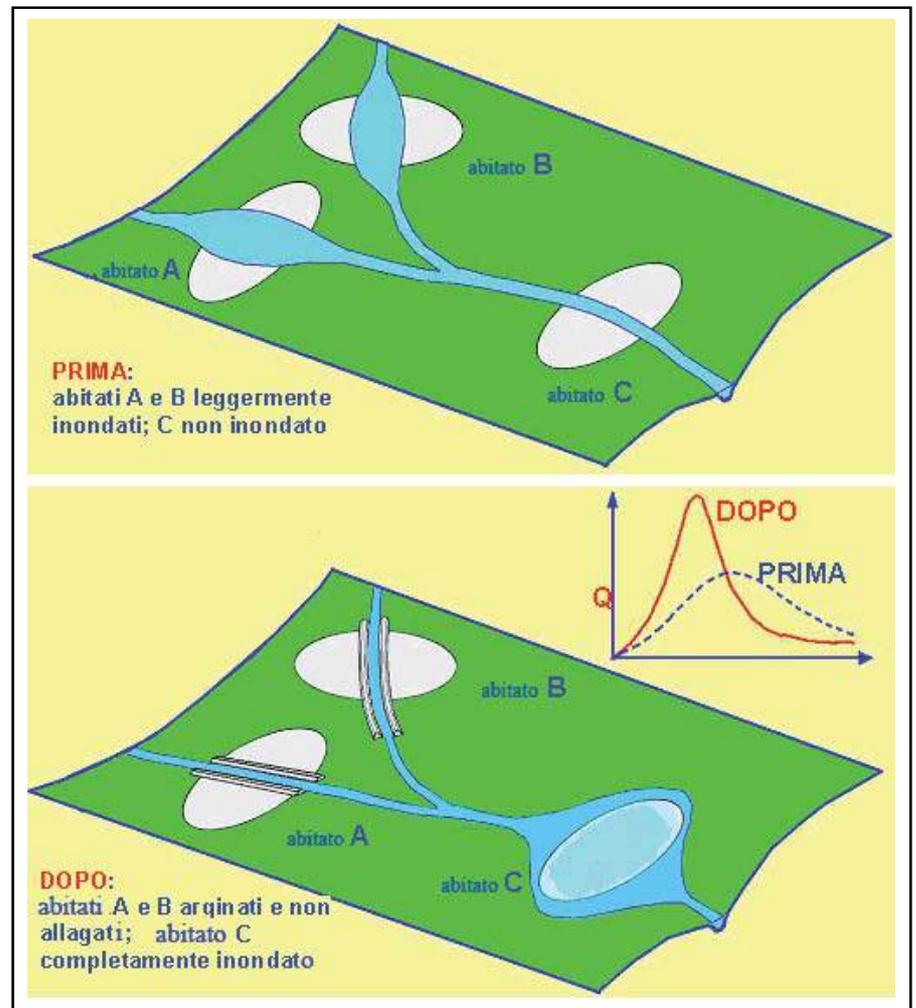


Figura 5 - Rappresentazione schematica (esagerata ad arte) del comportamento di un idrogramma di piena in un bacino naturale (1) e nello stesso dopo un'artificializzazione media (2) ed estrema (3). L'artificializzazione –sia essa dovuta alla canalizzazione dell'alveo o all'impermeabilizzazione del territorio, 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 corrvazione (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). 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: Giuseppe Sansoni)



Figura 6 – Sopra: consideriamo una zona di territorio attraversata da corsi d’acqua, lungo i quali sorgono i centri abitati A, B e C. Se il fiume è libero di esondare, in caso di piena si avranno esondazioni di una certa entità nelle aree A e B e non nell’area C più a valle. Sotto: se, per proteggere gli abitati, si realizzano argini nelle aree A e B, le acque di piena non vengono più laminate ma scorrono interamente verso valle. La maggiore portata veicolata a valle, si traduce in una piena più catastrofica nell’area C. A questo punto l’area C dovrà essere, a sua volta, messa in sicurezza e scaricherà a valle (all’abitato D...) il problema, ulteriormente accentuato... e così via. In sintesi, la logica localistica delle arginature è quella dello scaricabarile. (Figura: Giuseppe Sansoni)

causa dell’urbanizzazione e della conseguente impermeabilizzazione del suolo, della deforestazione, dell’agricoltura intensiva, ecc.) e accentua così i picchi di piena (Figura 7). Si riduce in sostanza la frazione di acque meteoriche che si infiltra nel terreno, mentre aumenta (e scorre più velocemente) quella che raggiunge gli alvei. Da sottolineare però che questo fenomeno ha in realtà una scarsa rilevanza in eventi davvero estremi (“parossistici”): con piogge di lunga durata, infatti, il terreno, dopo una prima fase in cui funziona come una spugna, si satura e si comporta come un substrato impermeabile. L’incidenza di questo aspetto è più rilevante nelle zone urbanizzate, per eventi anche non eccezionali, ma comunque di grande peso complessivo (proprio perché molto più frequenti);

- **incremento dei beni esposti**, a seguito del progressivo utilizzo di aree poste in prossimità dei corsi d’acqua o a loro sottratte.

3.2 SCALA LOCALE

• Le cause del rischio idraulico possono essere ricondotte a diverse situazioni a scala locale, descritte brevemente di seguito:

- **occupazione delle aree inondabili con insediamenti**, in genere conseguenza di scelte progettuali e pianificatorie imprudenti e sconsiderate (Figura 8), ma anche un tipico effetto derivante dal concetto di “mettere in sicurezza”. Infatti, tutt’oggi in molti casi si procede mettendo in sicurezza aree inondabili, svincolandole e procedendo così ad ulteriori urbanizzazioni (insediamenti, infrastrutture, attività produttive). con un deciso incremento dei beni esposti e, verosimilmente, del rischio (si veda Figura 1) sia in loco che a valle, dove si possono registrare problemi idraulici in aree in cui in precedenza questi non si erano manifestati.
- **sezione idraulicamente insufficiente** a causa di restringimenti di sezione (Figura 9), realizzazione di ponti con luci insufficienti (Figura 10), problemi locali di accumulo di sedimenti (si rimanda alla

“*Scheda sovralluvionamento*” per considerazioni in merito all’esistenza reale del problema e agli studi necessari per certificare la sua reale consistenza), particolari conformazioni in corrispondenza di una confluenza che generano rigurgito idraulico.

- **presenza di vegetazione arborea viva e di accumuli di detriti in alveo**, soprattutto in presenza di restringimenti naturali o artificiali (un classico esempio è quello delle pile dei ponti, o dei tratti fluviali in aree urbane), che può creare locali problemi di esondazione. Per un approfondimento sul tema “Vegetazione in alveo: sì o no?” si veda il Box relativo a tale tema all’interno del Capitolo 2 del Manuale “*La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d’acqua e il territorio*” (Nardini A. e Sansoni G. e collaboratori - CIRF, 2006).

4 OBIETTIVI DELLE AZIONI A SCALA DI BACINO

- L'analisi dei problemi e delle cause a scala di bacino può suggerire di intervenire a scala vasta piuttosto che localmente, ove il rischio si manifesta.

- È quindi necessario porsi obiettivi, e definire azioni conseguenti, che non sono necessariamente di diretta competenza dei Geni Civili a cui le linee guida in oggetto si rivolgono; è perciò necessario che il Genio Civile agisca di concerto con l'autorità idraulica sovra-ordinata per definire le azioni locali e a scala di bacino sui corsi d'acqua di propria competenza.

- Come ricordato al Capitolo 2, nella definizione degli obiettivi è necessario considerare un nuovo approccio che miri ad una migliore convivenza con i problemi di rischio idraulico e che abbandoni logiche utopistiche di "messa in sicurezza" dell'intero territorio attraverso una sua artificializzazione spinta.

- Secondo questa logica, le azioni atte a risolvere a scala di bacino il problema del rischio idraulico dovrebbero porsi i seguenti obiettivi:

- **incrementare la laminazione a scala di bacino:** tale obiettivo risulta strategico per due ragioni principali: dal punto di vista della sicurezza idraulica è evidente la necessità di incrementare la capacità di accogliere e rallentare le piene già nelle porzioni alte e medie dei bacini, per evitare di concentrare l'intero problema in sezioni critiche poste a valle e quindi in contesti generalmente più antropizzati; in termini di



Figura 8 - Irresponsabili insediamenti nell'alveo del T. Belbo a Cossano Belbo (CN), danneggiati dalla piena del 5 novembre 1994: uno stabilimento industriale (sullo sfondo) e (a sinistra, lambita dalle acque) una discoteca con piscina e parcheggio (fino agli anni '80 era solo una baracca per pesca sportiva). (LUINO, 2001, in NIMBUS)⁽¹⁾



Figura 9 – Esondazione del Fiume Cenischia nell'area urbana di Susa (TO) alle ore 13,30 del 15 ottobre 2000. Se i nostri predecessori non erano infallibili, noi certamente siamo spesso irresponsabili! Sfidando il saggio monito del ponte romano, l'edificio bianco è piazzato in pieno alveo del torrente. (Foto: TROPEANO e TURCONI, 2001, in NIMBUS)⁽¹⁾



Figura 10 - Un ponte "stretto": una sfida alla prudenza e al buonsenso. Dora Riparia a Susa (TO), il 15 ottobre 2000. (MERCALI, 2001, in NIMBUS)⁽¹⁾

¹ La rivista NIMBUS è l'organo ufficiale della Società Meteorologica Italiana (www.nimbus.it).

| Obiettivi | Azioni |
|---|--|
| Incrementare la laminazione a scala di bacino | Aumento delle aree inondabili |
| | Ampliamenti naturalistici di sezione (riqualificazione morfologica) |
| | Uso della vegetazione per incrementare la scabrezza e rallentare le piene |
| | Incremento della capacità di invaso del reticolo minore |
| | Incremento della permeabilità del suolo attraverso interventi diffusi di forestazione ed evitandone l'impermeabilizzazione |
| Convivere con il rischio | Migliorare il sistema di allarme e protezione civile |

Tabella 1 – Obiettivi e relative azioni a scala di bacino

miglior utilizzo della risorsa idrica appare altrettanto evidente la necessità di accumulare (in particolare nella falda) la risorsa idrica nei periodi di elevata disponibilità, evitando di “smaltirla” rapidamente a mare (e di andare così incontro a crisi idriche nei periodi non piovosi).

- **migliorare i meccanismi di convivenza con il “rischio”** per poter fronteggiare le emergenze in modo sempre più efficiente e per minimizzare il danno in occasione di eventi alluvionali.

5 ESEMPI DI POSSIBILI AZIONI A SCALA DI BACINO IN RELAZIONE AI DIVERSI OBIETTIVI

• Le azioni atte a risolvere a scala di bacino il problema del rischio idraulico sulla base degli obiettivi posti nel capitolo precedente, sono riportate in Tabella 1 e descritte dettagliatamente nei paragrafi seguenti.

5.1 OBIETTIVO: INCREMENTARE LA LAMINAZIONE A SCALA DI BACINO

• Nel caso l'analisi a scala di bacino evidenzi che la criticità idraulica in determinate sezioni dipenda da una riduzione complessiva della capacità di laminazione nel bacino è necessario pianificare azioni che vadano nella direzione del recupero ed incremento di tale capacità, quali:

- aumento delle aree inondabili;
- ampliamenti naturalistici di sezione (riqualificazione morfologica);
- uso della vegetazione per incrementare la scabrezza e rallentare le piene;
- incremento della capacità di invaso del reticolo minore;
- incremento della permeabilità del suolo attraverso interventi diffusi di forestazione ed evitandone l'impermeabilizzazione.

5.1.1 Azione: aumento delle aree inondabili

• L'acquisizione di aree sgombrabili da attività antropica, o con attività antropiche compatibili con la presenza di periodi più o meno frequenti di sommersione, permette di ridurre il rischio in aree destinate ad un uso antropico intensivo poste più a valle (urbanizzazioni, uso agricolo non compatibile con sommersioni, ecc.).

• Tale idea si è fino ad oggi quasi esclusivamente tradotta nella realizzazione di casse di espansione (si veda di seguito il “*BOX - Casse d'espansione: uso ed abuso*”), per ragioni:

- idrauliche (garantiscono in genere elevati volumi di invaso)
- di consumo del suolo (si ottengono elevati volumi con un basso consumo del suolo, accumulando le acque in vasche molto elevate e/o profonde)
- gestionali (sono presenti in punti localizzati e quindi più facilmente gestibili)

- culturali (si inseriscono bene nella logica dettata dall'approccio idraulico tradizionale, essendo di fatto delle vere e proprie opere idrauliche).

- La realizzazione di casse di espansione non è però l'unica azione possibile se l'obiettivo è l'incremento della capacità di laminazione a scala di bacino, sia perché presenta dei limiti idraulici evidenti (si veda di seguito il "*BOX - Casse d'espansione: uso ed abuso*"), sia perché contribuisce all'incremento dell'artificializzazione del sistema di protezione dalle piene e del territorio, sia perché non si presta bene quanto altre azioni (ad esempio gli ampliamenti naturalistici di sezione) ad un recupero multifunzionale degli ecosistemi fluviali.

- Il tema dell'incremento delle aree inondabili non si esaurisce quindi con la costruzione di casse di espansione, ma richiede di considerare, nella pianificazione di bacino, anche l'ipotesi di restituire ai corsi d'acqua ampie porzioni della piana alluvionale precedentemente sottratte, per aumentare così, in modo distribuito lungo l'asta fluviale, il volume necessario per rallentare le piene.

- Si tratta perciò di riconnettere la piana inondabile al corso d'acqua non tanto grazie alla costruzione di opere idrauliche che regolano in modo artificiale l'afflusso delle acque nella piana stessa, quanto piuttosto nell'eliminare gli impedimenti che precludono tale connessione (spesso proprio opere idrauliche come gli argini) o nel ricreare condizioni morfologiche favorevoli all'inondazione della piana (abbassamenti golenali); in questo modo si permette l'inondazione di estensioni maggiori di territorio a salvaguardia delle aree poste a valle, dove i danni causati dalle inondazioni possono essere elevati.

- Questa azione risulta estremamente vantaggiosa non solo in termini idraulici ma anche ambientali: l'alveo e la sua pianura inondabile costituiscono infatti un sistema unitario, in cui la frequente inondazione della piana (mediamente una volta ogni due anni) e la varietà morfologica di quest'ultima diventano elementi fondamentali per garantire la funzionalità del sistema.

5.1.2 Azione: ampliamenti naturalistici di sezione (riqualificazione morfologica)

- Oltre alla rimozione/arretramento di argini per favorire la riconnessione con aree inondabili "laterali" va considerato anche il caso degli ampliamenti di sezione di alvei ristretti.

- Generalmente per avere effetti idraulici significativi a scala di bacino, tali interventi devono risultare molto estesi sia in termini laterali che longitudinali, ma presentano l'indubbio vantaggio di permettere una riqualificazione significativa (anche morfologica) dei corsi d'acqua grazie al ripristino di una sezione più naturaliforme, alla restituzione di spazi al fiume e alla creazione di habitat. Si veda a tal proposito la "*Scheda erosione spondale*", al Par. 7.1.2 "*Azione: riqualificazione morfologica*".

- Tra i possibili vantaggi acquisibili con tale tipologia di azione si registra: la riduzione (e diversificazione) della velocità di corrente; l'arresto dell'erosione verticale (incisione); l'aumento degli scambi con la falda; il ripristino di sponde naturali e di relativi habitat; il ripristino di forme fluviali (barre, isole, anse) e di aree estese soggette all'azione della dinamica fluviale; la ricreazione di siti favorevoli all'avifauna e di habitat per la fauna ittica.

- Tale tipologia di azione, se realizzata con l'obiettivo di risolvere una criticità ben localizzata, può essere considerata anche tra quelle per risolvere problemi di rischio a scala locale.

5.1.3 Azione: incremento della capacità di invaso del reticolo minore

- Nel dopoguerra, l'aumento dell'edificazione, e quindi della superficie impermeabilizzata, ha causato una generalizzata intensificazione dei picchi di piena in gran parte dei bacini idrografici. A peggiorare la situazione hanno contribuito gli interventi di artificializzazione (rettificazioni, disalvei, cementificazione, "pulizia") del reticolo idrografico minore. 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 una visione di interventi che miri a recuperare la capacità di laminazione nel bacino non si può pertanto immaginare una politica di riduzione del rischio che non contempli l'idea di recuperare la capacità di laminazione del reticolo idrografico minore.

- Tali interventi ben si abbinano in genere al conseguimento di altri obiettivi per cui sembra particolarmente idoneo il reticolo minore, quali in particolare la riduzione dell'inquinamento diffuso.

- In aree poco antropizzate,

BOX - ABBASSAMENTO DELLE GOLENE

- La scelta sull'opportunità di abbassare golene ora disconnesse dal corso d'acqua (terrazzate) a seguito di fenomeni di incisione dell'alveo o di artificializzazioni (arginature, difese spondali), al fine di aumentare la disponibilità di aree inondabili, risulta in molti contesti estremamente vantaggiosa sia in termini idraulici che ambientali (riconnesione del corso d'acqua alla propria piana inondabile e conseguente creazione di ambienti ad elevata diversità grazie all'azione della corrente, generatrice di habitat).
- Tali interventi devono essere generalmente accompagnati da un'attenta valutazione preliminare degli effetti idraulici (ad esempio in comparazione con azioni alternative quali, in particolare, la realizzazione di casse di espansione nelle medesime aree) e morfologici.
- In termini geomorfologici, in particolare, occorre valutare con attenzione il tema della gestione del materiale rimosso nel corso delle operazioni di abbassamento. Salvo particolari controindicazioni, infatti, l'introduzione in alveo del materiale rimosso rappresenta una preziosa occasione per incrementare (almeno parzialmente) il trasporto solido (da fonti di fatto non più attive in termini di bilancio dei sedimenti).

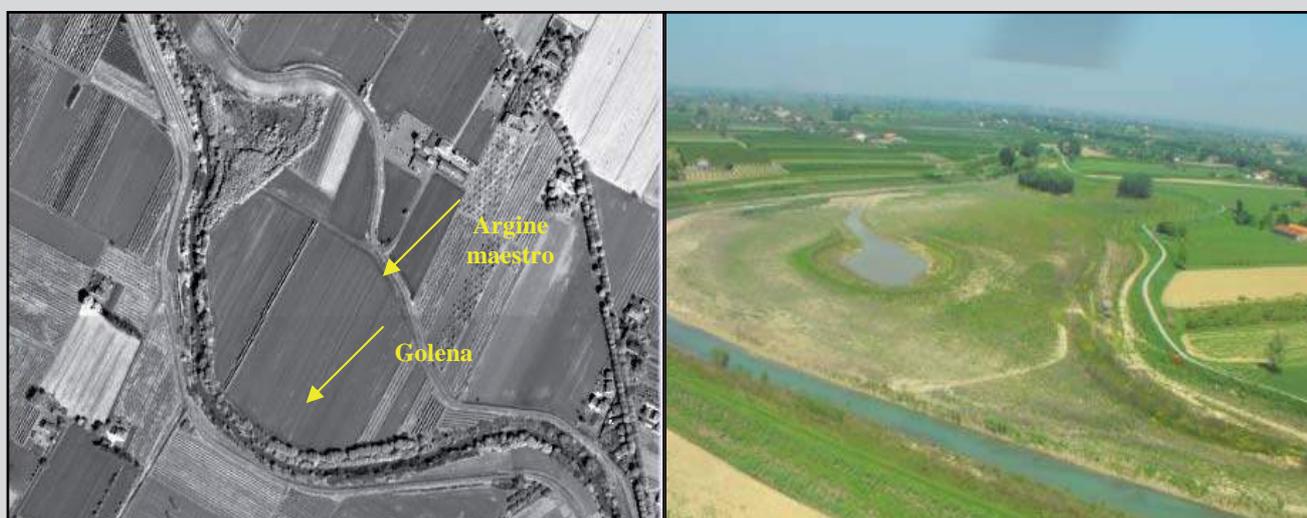


Figura 11 – Intervento di riconnesione di un'area golenale sul fiume Montone (Forlì) condotto dal Servizio Tecnico dei Bacini Romagnoli. A sinistra l'area prima dell'intervento: si noti sulla sinistra il fiume, separato dall'ampia golena adibita a frutteto compresa tra il fiume stesso e l'argine maestro. A destra l'area a fine lavori: la golena è stata abbassata e messa in contatto con il fiume, che scorre nella parte sinistra della foto. Per approfondimenti si veda l'articolo "Laminazione delle piene e riqualificazione fluviale in Romagna" in CIRF, Riqualificazione Fluviale n. 2/2009: 142-151 (www.cirf.org).

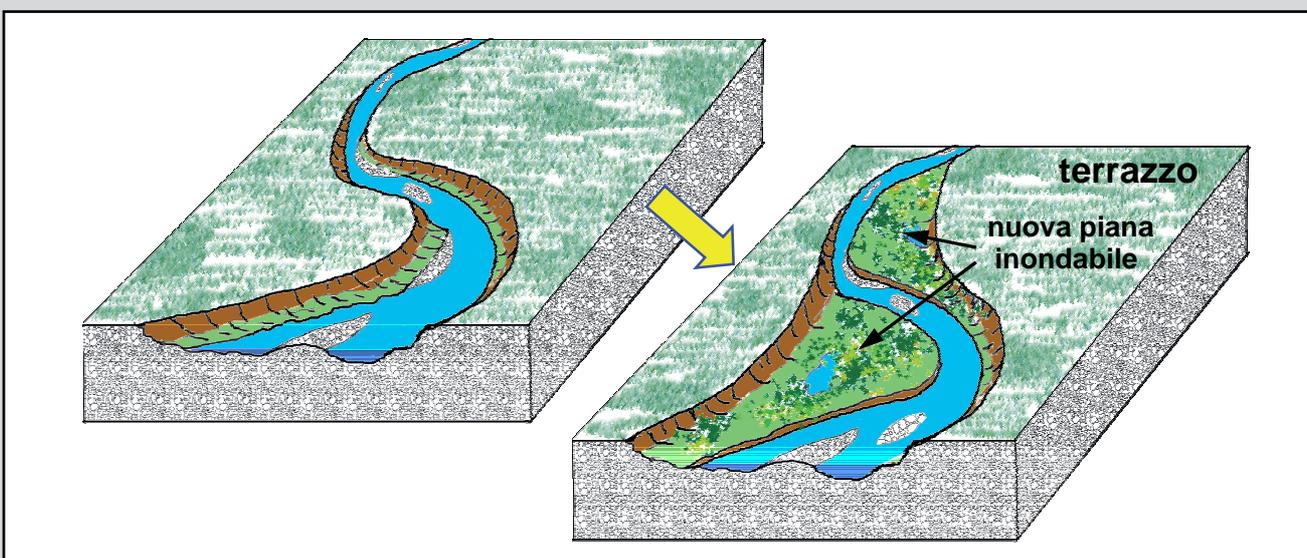


Figura 12 - Sbancamenti per creare porzioni di piana inondabile: si tratta di una strategia di intervento particolarmente indicata nel caso di alvei incisi: la nuova piana inondabile può essere ricreata attraverso sbancamenti e ribasso della quota del terrazzo, senza necessariamente interferire con le dimensioni dell'alveo attivo. (Immagine: Giuseppe Sansoni).



Figura 13 - Applicazione del concetto dell'alveo a due stadi (two stage channel design). Consiste nel creare (o ricreare) una sezione composta da un alveo a due (o più) livelli: un primo stadio (livello inferiore) per accogliere le portate abituali (di magra e di morbida) e le piene più frequenti (con tempo di ritorno 2-3 anni) ed un secondo stadio adiacente (livello superiore) destinato ad accogliere le piene maggiori. In pratica si cerca di ricreare una porzione di pianura inondabile (floodplain) adiacente all'alveo di primo stadio (bankfull channel). Si realizza mediante lo scavo di terreni spondali (area in tratteggio), lasciando il più possibile indisturbato l'alveo attuale. La quota della nuova piana inondabile così realizzata va progettata al livello dell'alveo a piene ripe (Figura tratta da "Elementi di progettazione ambientale dei lavori fluviali - Autorità di bacino interregionale del Fiume Magra, 1998".)



Figura 14 – Interventi di sbancamento per la riconnessione del corso d'acqua alla propria area inondabile nel Basso corso del Torrente Aurino, a cura della Provincia Autonoma di Bolzano. A sinistra la situazione prima della realizzazione dei lavori; a destra a lavori ultimati. Per approfondimenti si veda l'articolo "Riqualificazione fluviale in Alto Adige: gli interventi sul basso corso del torrente Aurino" in CIRF, Riqualificazione Fluviale n. 2/2009: 105-111 (www.cirf.org).

BOX - ELIMINAZIONE/SPOSTAMENTO DEGLI ARGINI PER LA RICONNESSIONE DELLE AREE INONDABILI AL CORSO D'ACQUA

- Tra le alterazioni più frequenti dei sistemi fluviali vi sono proprio l'interruzione diretta (arginature) o indiretta (incisione) del rapporto fra il corso d'acqua e la sua piana inondabile, con conseguente perdita di capacità di laminazione e distruzione della diversità ambientale della piana (il cui suolo è stato livellato per destinarlo ad altri usi, principalmente agricoli).
- In corsi d'acqua non o poco incisi l'intervento più indicato per ristabilire i rapporti con la piana e rimodellare quest'ultima è di tipo indiretto, innescato dall'eliminazione delle barriere alla continuità laterale (arretramento di argini, rimozione di difese spondali), eventualmente in maniera controllata, graduale e spazialmente definita. In questo modo, una piena dopo l'altra, la corrente d'esondazione ricrea progressivamente i tipici habitat perifluviali, presto colonizzati da comunità vegetali e animali.
- Questa tipologia di azione è particolarmente indicata in molte situazioni in cui sono presenti aree golenali un tempo difese per un utilizzo a fini agricoli e che oggi, vista la scarsa redditività o addirittura la presenza di incolti, potrebbero essere recuperate come aree di laminazione naturale.
- In molte situazioni riguardanti l'eliminazione di argini secondari interni alla golenale, la realizzazione di nuovi argini più arretrati non risulta necessaria vista la presenza di argini maestri esterni.
- Spesso, contestualmente alla rimozione degli argini, occorre realizzare interventi di abbassamento della golenale così come descritti nel box precedente.

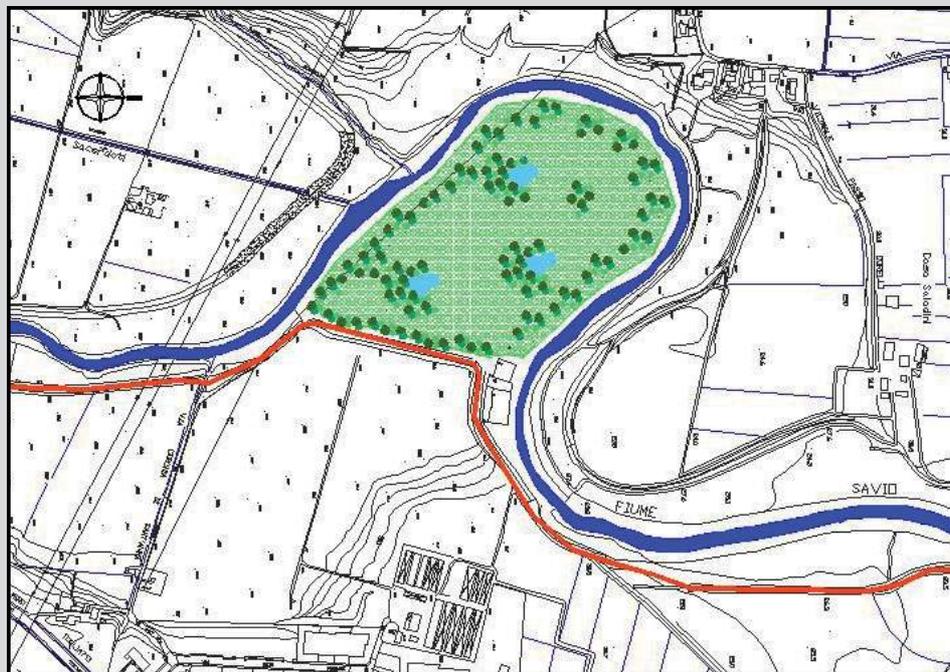


Figura 15 - Intervento di riconnessione di un'area golenale sul fiume Savio in Comune di Cesena (Servizio Tecnico dei Bacini Romagnoli). L'argine che lambiva l'alveo all'interno dell'ansa è stato eliminato e ora il fiume può espandersi sino all'argine maestro (in rosso). Per approfondimenti si veda l'articolo "Laminazione delle piene e riqualificazione fluviale in Romagna" in CIRF, Riqualificazione Fluviale n. 2/2009: 142-151 (www.cirf.org).

Figura 16 - Intervento di riconnessione di un'area golenale alla confluenza tra il F. Montone (a sinistra) e T. Rabbi (a destra) a monte di Forlì (Servizio Tecnico dei Bacini Romagnoli). L'intervento ha previsto la demolizione di alcuni argini (in rosso) e la ricostruzione di un tratto d'argine più arretrato (in verde). Sono inoltre in previsione ulteriori demolizioni di argini (in giallo), così da consentire ai fiumi una maggiore capacità di espansione. Per approfondimenti si veda l'articolo "Laminazione delle piene e riqualificazione fluviale in Romagna" in CIRF, Riqualificazione Fluviale n. 2/2009: 142-151 (www.cirf.org).

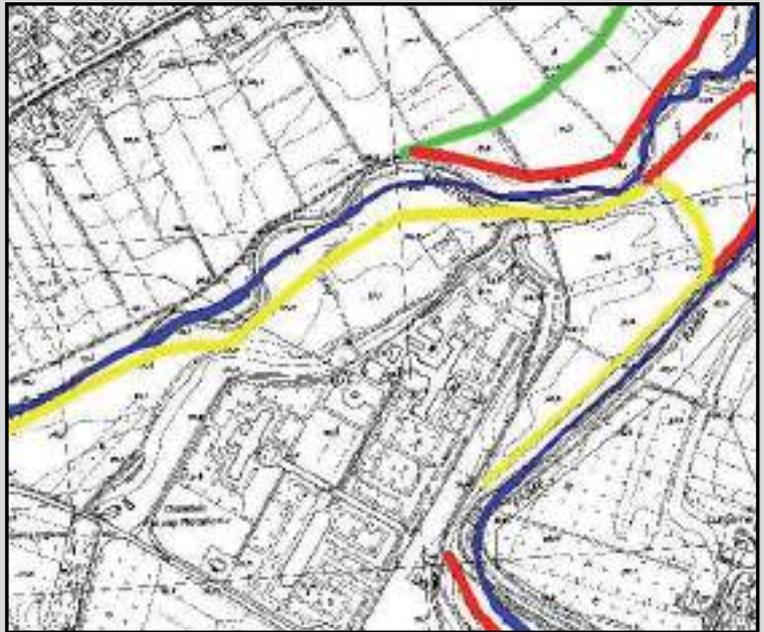


Figura 17 - Intervento di riconnessione di un'area golenale alla confluenza tra il F. Montone e T. Rabbi a monte di Forlì (Servizio Tecnico dei Bacini Romagnoli). Le immagini ritraggono l'area di intervento descritta in Figura 16. Nella figura in alto si evidenziano gli argini rimossi (linea gialla tratteggiata) e la costruzione dell'argine arretrato (linea verde). Nella figura in basso si può notare il F. Montone (linea blu), l'argine eliminato (linea gialla tratteggiata) e l'argine ricostruito in posizione arretrata (linea rossa) sopra il quale si nota una pista ciclo-pedonale (in bianco) (Foto: Servizio Tecnico dei Bacini Romagnoli)

BOX - ESONDAZIONE CONTROLLATA NELLE AREE AGRICOLE

- Una tipologia di azione ancora poco studiata in termini di effetti idraulici sulle piene e di implicazioni socio-economiche, ma potenzialmente molto significativa, è la destinazione di aree agricole alla laminazione delle piene, attivando adeguati meccanismi di compensazione (assicurativi, "servitù idraulica", ecc.) nei confronti degli imprenditori agricoli che mettono a disposizione le aree di loro proprietà per tutelare aree urbanizzate con maggiori valori esposti.
- Tale azione risulta coerente con l'attuale approccio delle politiche di sostegno all'agricoltura (disaccoppiamento) che mirano a sostenere gli imprenditori agricoli per i servizi ambientali che sono in grado di offrire alla comunità (azioni agroambientali).
- La minimizzazione delle perdite produttive può essere perseguita anche attraverso adeguate scelte colturali con il ricorso a coltivazioni che siano in grado di sostenere l'impatto dovuto a periodi saltuari di sommersione e all'effetto meccanico delle acque (si pensi ad esempio agli impianti di produzione di biomasse arboree a fini energetici).



Figura 18 – Impianto arboreo a breve rotazione (short rotation forestry) per la produzione di biomassa arborea in un'area agricola soggetta a saltuari periodi di sommersione.

BOX - CASSE D'ESPANSIONE: USO ED ABUSO

- Per approfondimenti si veda l'omonimo Box all'interno del Capitolo 2 del Manuale "La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" (Nardini A. e Sansoni G. e collaboratori – CIRF, 2006).
- Le "casse di espansione" sono aree in frangia al fiume, nelle quali l'acqua può "espandersi" durante le piene, riducendo perciò il rischio di alluvioni nei 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 possono costituire certamente un importante nodo ecologico, ma sono opere idrauliche che, quasi sempre, comportano una forte artificializzazione del fiume (Figura 19). Possono essere progettate in modo da ridurne al massimo l'artificialità, ma comunque dovrebbero essere considerate una soluzione da limitarsi a casi irrinunciabili, al pari delle arginature.
- Esistono due tipologie base di casse⁽¹⁾: *in derivazione* (o laterali) e *in linea* (o sbarramenti "a bocca tarata"). Per una descrizione del funzionamento e dei principali vantaggi e svantaggi si vedano la Figura 20 e la Figura 21.
- Generalmente 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.
- Per decidere se è opportuno ricorrere a questo tipo di soluzione, e per valutare quale tipologia di cassa realizzare (se in derivazione o in linea) è necessaria un'attenta valutazione preliminare sia degli effetti idraulici, sia degli effetti sull'ecosistema fluviale nel suo complesso. A fianco infatti di numerosi aspetti positivi, esistono anche una serie di conseguenze negative che vanno debitamente ponderate (Tabella 2).
- Il problema maggiore delle casse di espansione "in derivazione" –teoricamente le più efficaci per la riduzione del rischio– consiste nel fatto che devono attivarsi esclusivamente in occasione delle piene di progetto, spesso di tipo straordinario e quindi poco frequenti, 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 tratto di corso d'acqua sufficientemente lungo con l'utilizzo di soglie di fondo e difese spondali, incrementandone notevolmente l'artificializzazione. Inoltre è necessario un continuo controllo dello stato di efficienza. Tutto ciò comporta degrado ambientale e costi ingenti.



Figura 19 - Le casse di espansione solo in determinati casi sono costituite da grandi aree dall'elevato valore naturalistico e fruitivo; molto spesso sono aree altamente artificiali, racchiuse fra argini che le separano dal fiume e dal territorio (si veda ad esempio la cassa di espansione di Montelupo sul Torrente Pesa, in Toscana) (Foto: Bruno Boz).

¹ Per approfondimenti si vedano, per esempio, le "Linee Guida per la progettazione della casse di laminazione", Autorità di Bacino del Fiume Arno, Dicembre 2000.

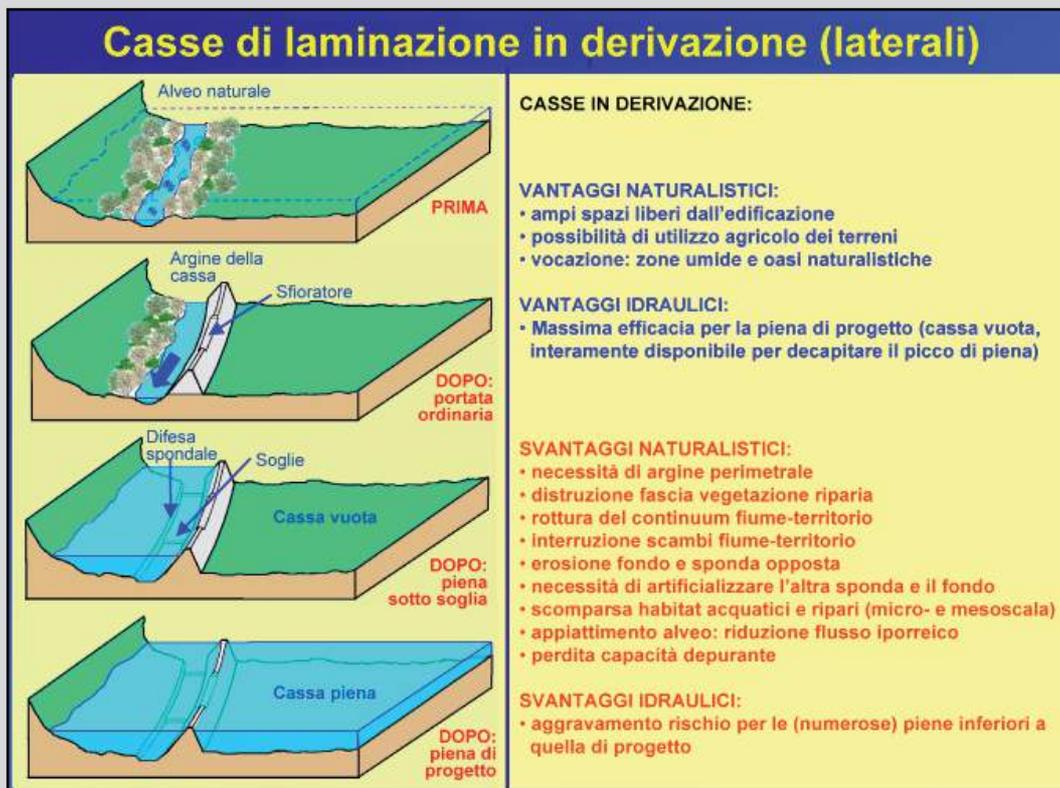


Figura 20 – Funzionamento schematico e principali vantaggi e svantaggi delle casse di espansione in derivazione. (Illustrazione: Giuseppe Sansoni)

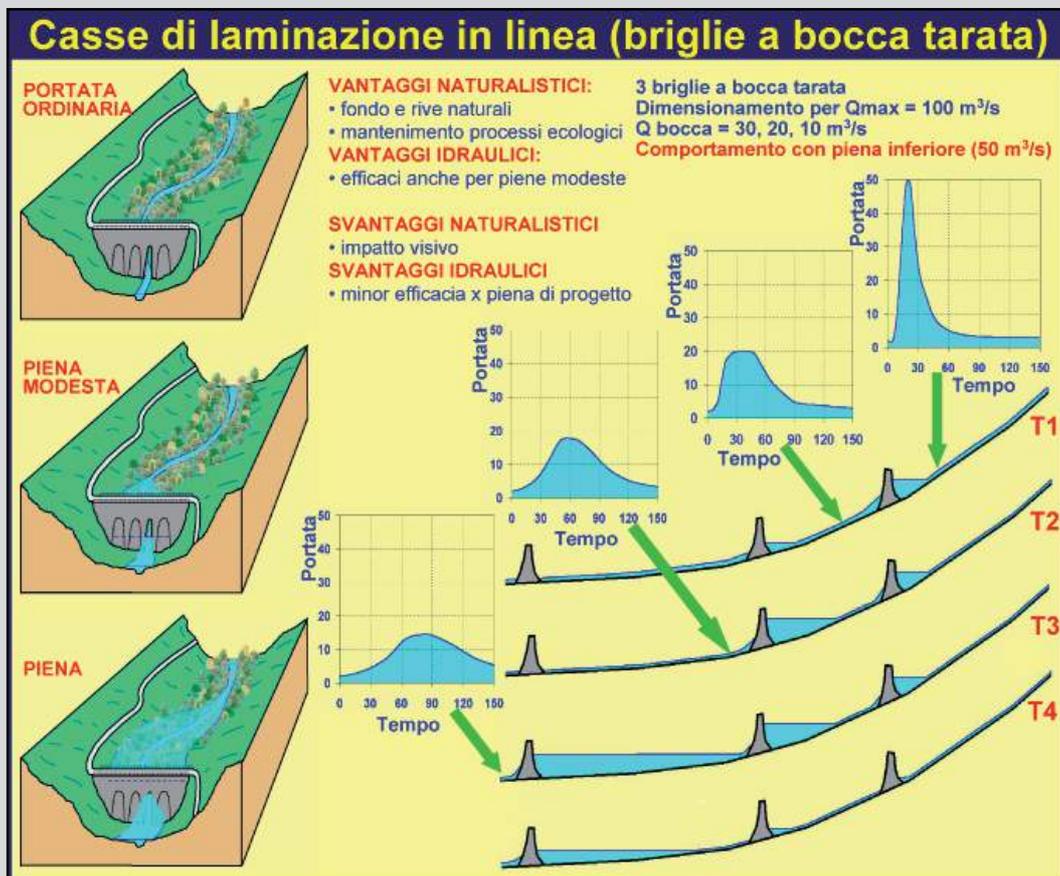


Figura 21 - Funzionamento teorico schematico e principali vantaggi e svantaggi delle casse di espansione in linea. A destra è simulato l'effetto laminante di tre casse disposte in serie, in quattro momenti (T1-T4) del transito della piena (grafici esagerati ad arte, a scopo illustrativo). (Illustrazione: Giuseppe Sansoni)

| ASPETTI IDRAULICI | | |
|-------------------------------------|--|--|
| | CASSE IN LINEA (con traversa a "bocca tarata") | CASSE IN DERIVAZIONE |
| Efficienza per la piena di progetto | A parità di volume invasabile sono meno efficienti perché il bacino temporaneo a monte della traversa inizia a riempirsi già per portate inferiori a quella desiderata, riducendo il volume d'invaso effettivo disponibile | Sono le più efficienti: la cassa resta vuota "in attesa" del picco di piena di progetto, per il quale svolgono il massimo effetto laminante |
| Efficienza per piene inferiori | Producono un rallentamento del deflusso (sia pure non elevato) anche per portate inferiori a quella di progetto, fornendo un contributo alla laminazione di molti eventi di piena | Sottraendo un'area di laminazione naturale, aumentano il rischio idraulico a valle per tutte le piene inferiori a quella di progetto |
| Efficienza per piene superiori | Perdono progressivamente di efficienza. La tracimazione deve essere prevista per entrambe le tipologie | |
| Eventi multipli | La cassa in linea si svuota più rapidamente ed è quindi, in linea generale, più efficiente | Meno efficiente, salvo appositi dispositivi mobili alla bocca di scarico |
| Rimodulabilità | Di solito sono rimodulabili, man mano che vengono realizzate altre casse. Ad es. se la bocca tarata è realizzata in moduli rimovibili, basta aggiungere o togliere moduli. La rimodulabilità è però problematica per traverse costruite in calcestruzzo con bocca tarata non regolabile. | Hanno forma e opere ben definite e infrastrutturate, quindi sono difficili da rimodulare, ad eccezione dello sfioratore (soprattutto se costruito in gabbioni, come spesso accade per le casse di modeste dimensioni) |
| Trasporto solido | Il rischio di occlusione della bocca tarata per deposito di sedimenti o cumuli di vegetazione è limitato dall'azione "autopulente" della corrente. Lo sbarramento deve essere particolarmente robusto poiché può essere superato da piene eccezionali, comportandosi come una diga temporanea tracimabile. A monte della traversa, piena dopo piena, si accumulano sedimenti, da gestire con manutenzione post evento. Può essere opportuna una briglia selettiva a monte della cassa, che intercetti il trasporto solido. | In genere è limitato a sedimenti fini o di modesta granulometria che riescono ad essere sollevati fino alla quota dello sfioratore |
| Manutenzione | Necessarie movimentazioni periodiche dei sedimenti che si accumulano nella cassa (e/o, se esistente, a monte della briglia selettiva) | Le maggiori superfici interagenti con l'alveo attivo (sfioratori, argini in frodo) impongono una manutenzione più rilevante |
| Funzionamento in serie | È efficiente: rallentando il transito della piena, oltre a ridurne il picco, lo "diluiscano" in un tempo maggiore, favorendo l'attivazione delle misure di protezione civile | Facile da realizzare dividendo in settori la cassa. Potenzialmente più efficiente, se si riescono a rendere sostanzialmente indipendenti i vari settori |
| Costi | Investimento in generale inferiore e minori costi di manutenzione | Piuttosto elevati |
| Regolazioni | Con manufatti di scarico regolabili (bocca mobile) si migliora il rendimento ma aumentano la complessità di funzionamento (occorrono sistemi elettromeccanici di regolazione affidabili) e, quindi, i rischi di guasto e i costi. È un intervento giustificabile per casse di medio-grandi dimensioni e ove c'è realmente la capacità tecnico-amministrativa di gestione oculata | Ottenibile con uno sfioratore mobile, con i medesimi svantaggi. Presenta però maggiori rischi (può risultare completamente esclusa quando invece dovrebbe entrare in funzione) e maggiori costi (il manufatto di regolazione è di dimensioni decisamente maggiori) |

| ASPETTI TERRITORIALI E AMBIENTALI | | |
|-----------------------------------|--|--|
| | CASSE in LINEA (con traversa a "bocca tarata") | CASSE in DERIVAZIONE |
| Edificabilità | Limiti all'edificabilità (decrecenti con la distanza dall'alveo) | Inedificabilità assoluta, per gli elevati battenti idrici su tutta la cassa |
| Naturalità | Nettamente preferibili perché non richiedono l'artificializzazione dell'alveo né delle sponde (salvo nel limitato tratto di chiusura). In particolare, rispettano la diversità ambientale a livello di microscala (eterogeneità del substrato) e di mesoscala (buche, raschi, barre), pur inducendo modifiche dovute all'accumulo di sedimenti. Anche le sponde possono restare inalterate, con le loro fasce di vegetazione riparia | Artificializzazione spinta, per la necessità di "fissare" un intero tratto di corso d'acqua per mantenere la calibratura della cassa (interventi ripetuti nel tempo: soglie, escavazioni, difese spondali, rettifiche). Forte riduzione della diversità ambientale a livello di micro- e mesoscala; distruzione delle fasce di vegetazione riparia |
| Geomorfologia | Vincolano solamente i punti delle traverse, ma tra di essi il fiume può mantenere la dinamica geomorfologica laterale e longitudinale. A valle della traversa si verifica un deficit di sedimenti (compensabile trasferendovi i sedimenti accumulati a monte di essa). | Vincolano interi tratti fluviali bloccandone la dinamica geomorfologica (problema particolarmente acuto in bacini il cui PAI prevede molte casse, es. Arno); in tal caso le dinamiche fluviali possono essere modificate a scala ampia, con ripercussioni anche a notevole distanza |
| Paesaggio | Impatto generalmente molto inferiore, spesso ridotto alla traversa; ulteriormente contenibile se lo sbarramento può essere realizzato riconvertendo in traversa a bocca tarata un ponte esistente. | Impatto maggiore, per le lunghe arginature perimetrali e le opere in cls; con adeguato inserimento, l'impatto visivo delle arginature può essere ridotto |
| Ecosistema | Non interrompono gli scambi tra ambiente acquatico e terrestre, legati alla periodica inondazione della piana, anzi li aumentano. Perfino la sedimentazione che, dopo ogni piena, si verifica a monte zone umide, inducendo nel tempo una variazione geomorfologica di rilievo, può fornire l'occasione per accrescere la diversità ambientale della piana. Ad es. il trasferimento di sedimenti a valle della briglia può essere sfruttato per creare a monte zone umide, bracci d'acque ferme, alvei secondari, ecc., vicariando così quegli habitat umidi che l'uomo ha eliminato per "conquistare terreno" ma che, in condizioni naturali, costellerebbero l'ambiente perfluviale. | Impatto ambientale elevato, perpetuato dagli interventi per mantenere la calibratura della cassa. Ne derivano: appiattimento dell'alveo, sezioni geometriche con uniformità ambientale (a micro- e mesoscala); riduzione del flusso iporreico e della sua funzione depurante; eliminazione della vegetazione riparia; interruzione degli scambi laterali tra ambiente acquatico e terrestre. Solo in alcuni casi (es. vaste casse con zone umide permanenti, gestite come oasi avifaunistiche) l'impatto è in parte compensato. In contesti fortemente antropizzati o di alte arginature già esistenti l'impatto può essere inferiore. |

Tabella 2 - Confronto del comportamento e dei principali vantaggi e svantaggi (idraulici, ambientali e territoriali) delle casse di espansione in linea e in derivazione.

BOX - ARRETRAMENTO DEGLI ARGINI PER AMPLIARE LA SEZIONE

- Nel caso in cui la sezione non sia sufficiente per lo smaltimento delle piene di progetto e l'alveo sia contornato da arginature, è possibile ricavare una sezione adeguata mediante l'arretramento degli argini esistenti e la realizzazione di un alveo con conformazione di tipo naturalistico (alveo a più stadi, possibilità di evoluzione morfologica, presenza di vegetazione in alveo, ecc.).



Figura 22 - Sezione tipo in progetti che prevedono l'ampliamento di sezione: in giallo gli argini eliminati, in viola gli argini ricostruiti in posizione arretrata ed in rosso la sezione di progetto a due stadi. Tale soluzione richiede un'attenta progettazione dell'alveo, in modo che nel tempo la sezione assuma sempre più forme e processi evolutivi naturali, situazione che può essere favorita da una sezione a due stadi come quella rappresentata in figura ma dal profilo meno regolare. (Illustrazione: Servizio Tecnico dei Bacini Romagnoli)



Figura 23 - Impianto di specie arboree lungo la nuova gola del Fiume Zero (VE) realizzata sbandando il vecchio argine (la cui sezione è indicata dal tratteggio) e ricostruendolo più esternamente. (Foto: Paolo Cornelio)

- Si veda anche Figura 32.

BOX - INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELLA CAPACITÀ DI LAMINAZIONE DEL RETICOLO MINORE

- Per conseguire l'obiettivo di incremento della laminazione nel reticolo minore occorre procedere con interventi quali: ampliamento e diversificazione delle sezioni (diversificazione del profilo longitudinale e trasversale), eliminazione dell'impermeabilizzazione (ad esempio dei rivestimenti in calcestruzzo), incremento della sinuosità degli alvei, riduzione della pendenza delle sponde, impianto di specie arboree e arbustive.



Figura 24. Eliminazione del rivestimento in calcestruzzo e ampliamento della sezione in alcuni tratti di un corso d'acqua del comprensorio del Consorzio di Bonifica Dese Sile (VE). 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. (Foto: Consorzio di Bonifica Dese Sile).



Figura 25. Eliminazione del rivestimento in calcestruzzo e creazione di una zona umida in alveo (Foto: Consorzio di Bonifica Dese Sile).

BOX - FORESTAZIONE DI AREE GOLENALI PER RALLENTARE I DEFLUSSI

- L'utilizzo specifico della vegetazione per fini dichiaratamente idraulici è ancora poco diffuso ma inizia a trovare applicazioni in alcuni studi condotti da diverse Autorità di bacino.
- Gli esempi più significativi riguardano le golene di grandi fiumi, ma la soluzione qui proposta può essere valutata anche in relazione a corsi d'acqua di minori dimensioni.

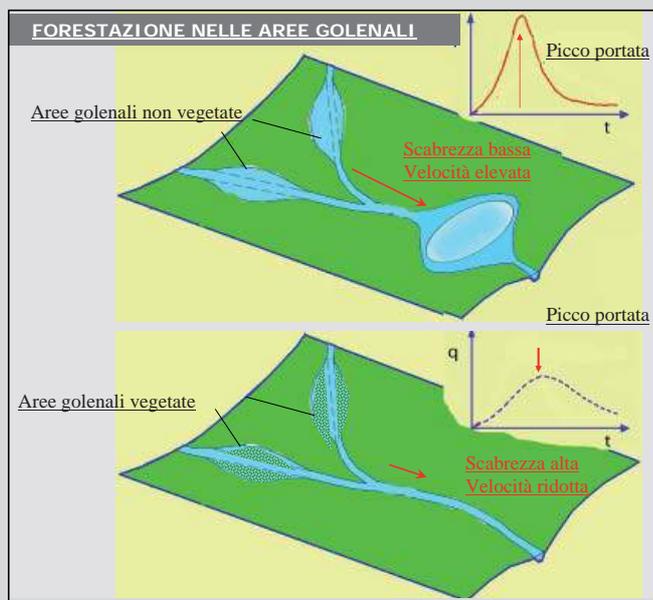


Figura 26 – La presenza di vegetazione nelle aree di espansione a monte aumenta la scabrezza riducendo i picchi di portata a valle. (Immagine: Giuseppe Sansoni)



Figura 27 – Rimboschimenti in una gola del fiume Oglio; oltre all'obiettivo di miglioramento naturalistico, l'aumento della scabrezza durante gli eventi di piena può rallentare i deflussi. (Foto: Bruno Boz)

come in genere si rivelano quelle montuose o collinari, una delle azioni principali per recuperare la capacità di laminazione del reticolo è "paradossalmente" quella del non intervento: torrenti e piccoli corsi d'acqua possono tranquillamente 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.

5.1.4 Azione: uso della vegetazione per incrementare la scabrezza e rallentare le piene

- Le associazioni vegetali ripariali, oltre a costituire un importante valore ecologico e fungere da agenti di una notevole attività di depurazione delle acque, possono essere considerate come la più naturale delle difese idrauliche, efficaci per la limitazione dell'erosione e per il rallentamento della corrente nelle zone d'alveo non soggette ad invaso permanente.
- Nelle aree perifluviali le specie arboree non riducono in modo significativo la capacità di invaso mentre, rallentando la velocità della corrente, incrementano l'effetto

di laminazione delle piene (con riduzione del rischio a valle).

5.1.5 Azione: incremento/mantenimento della capacità di infiltrazione del suolo attraverso interventi diffusi di forestazione ed evitandone l'impermeabilizzazione

- In una strategia complessiva di incremento della capacità di laminazione diffusa a scala di bacino occorre considerare anche la possibilità di variazioni significative dell'uso del suolo (forestazione in particolare) per incrementare la sua capacità di infiltrazione.
- Sempre in quest'ottica, in aree urbanizzate è invece possibile ridurre

BOX - RIDUZIONE DELLE SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE IN AMBITO URBANO

- L'aumento delle superfici impermeabili dovuto all'urbanizzazione impedisce l'infiltrazione dell'acqua e ne aumenta la velocità, incrementando il rischio idraulico a valle.
- Oltre all'opzione che prevede di realizzare dei bacini di ritenzione delle acque di pioggia tali da consentire il rilascio (anche tramite il riuso) delle stesse in maniera graduale e diluita nel tempo, è possibile agire "a monte" del problema, riducendo le superfici impermeabilizzate.
- Questo è possibile realizzando tetti, cortili, parcheggi, marciapiedi, piazze "verdi", ovvero realizzati con coperture vegetali, che consentono di assorbire l'acqua ed "eliminarla", in parte, per evapotraspirazione.



Figura 28 – Come per i tetti verdi, la pratica della copertura delle superfici adibite a parcheggio con sistemi vegetati permette sia di "eliminare" l'acqua di pioggia (che evapotraspira attraverso le piante) sia di accumularla e rilasciarla gradualmente. L'acqua infatti viene "immagazzinata" nel materiale poroso e rilasciata lentamente nelle ore successive.

Le acque drenate possono essere riutilizzate per usi che richiedano bassa qualità (lavaggio strade o irrigazione giardini) o scaricate in corpi idrici recettori. In entrambi i casi, poiché in genere contengono inquinanti legati al traffico veicolare, è necessario sottoporle prima ad un adeguato trattamento.



Figura 29 - Canali filtranti al margine delle strade possono essere estremamente efficaci nel ridurre i problemi ambientali dovuti alle piogge: la maggior parte delle acque di pioggia, infatti, proviene dal drenaggio delle strade.

Si tratta di concepire in modo diverso i canali (o le condotte) di raccolta delle acque stradali: invece che facilitare il deflusso delle acque, allontanandole il più rapidamente possibile verso i collettori fognari, i canali filtranti accumulano le acque di pioggia e le rilasciano gradualmente. A seconda di come vengono progettati, possono svolgere anche una funzione depurante, per permettere lo scarico nei corpi idrici o il riutilizzo.

re l'impermeabilizzazione dei suoli ricorrendo all'utilizzo di adeguate tecnologie: tetti verdi, parcheggi drenanti, ecc. .

5.2 OBIETTIVO: CONVIVERE CON IL RISCHIO

- Rinunciare all'illusione di "mettere in sicurezza in termini assoluti" e di avere un "rischio zero" implica l'attrezzarsi per accettare danni modesti ma diffusi (per esempio allagando saltuariamente i campi lungo i corsi d'acqua), senza dimenticare anche la possibilità di dover essere preparati a superare eventi "estremi", superiori a qualsiasi riferimento noto (l'evento con tempo di ritorno di 200 anni, o "quello del '66", ecc.).

- Si deve per questo imparare a convivere con il rischio e a gestirlo, ovvero mettere in atto disposizioni fisiche, organizzative, economico-finanziarie e giuridico-amministrative tali da prevenire, ridurre e risarcire i possibili danni futuri quando/se dovessero verificarsi.

- Benché l'Italia possa oggi contare su un sistema nazionale di protezione civile di alto 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.

5.2.1 Azione: migliorare il sistema di allarme e protezione civile

- Il tema del miglioramento dei sistemi di allarme è estremamente vasto e complesso e non è possibile affrontarlo compiutamente in questo lavoro.

- Tra i tanti, possibili meccanismi e accorgimenti che è possibile realizzare per rendere più efficace un sistema di allarme ci si limita qui a sottolineare l'importanza di dotare i responsabili della gestione dell'emergenza di un sistema di monitoraggio e di un Sistema di Supporto alle Decisioni mirato che permetta di assisterli nel difficile problema decisionale in tempo reale. Per approfondimenti si veda a questo proposito il "Box: gestire gli allarmi di piena" inserito nel Capitolo 8 del Manuale "La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida,

strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" (Nardini A. e Sansoni G. e collaboratori - CIRF, 2006)

6 OBIETTIVI DELLE AZIONI A SCALA LOCALE

- I problemi di rischio idraulico trovano generalmente soluzione a scala di bacino e comunque a monte dell'area soggetta a possibili esondazioni, recuperando per quanto possibile la capacità di laminazione e lo spazio a disposizione del corso d'acqua per dissipare le piene (si veda Par. 3.1); **in alcuni casi occorre però agire anche a scala locale** ponendosi almeno uno dei seguenti obiettivi:

- Evitare ed eliminare la presenza di beni a rischio per ridurre il danno potenziale, evitando nel contempo ulteriori occupazioni di zone di pertinenza fluviale. Questo obiettivo va perseguito imponendo vincoli all'edificabilità e all'infrastrutturazione all'interno di zone ben definite (zonizzazione del territorio; fasce fluviali, aree a rischio), un'opportuna regolamentazione dell'uso del suolo (urba-

| Obiettivi | Azioni |
|--|---|
| Evitare ed eliminare la presenza di beni a rischio | Vincoli alle nuove edificazioni |
| | Delocalizzazione di edifici e beni a rischio |
| Ridurre la vulnerabilità dei beni esposti | Interventi sugli edifici |
| Proteggere i beni esposti | Costruzione di opere idrauliche mirate |
| Risolvere problemi localizzati in sezioni idraulicamente insufficienti | Rimuovere la causa del restringimento |
| | Allargamenti di sezione con spostamento di argini |

Tabella 3 – Obiettivi e relative azioni a scala locale.

BOX - ESEMPIO, NEGATIVO, DI SVINCOLO DI AREA PER NUOVE EDIFICAZIONI

- In molti casi, si continua a costruire argini non per proteggere i beni esistenti, ma per sottrarre al fiume terreni appartenenti all'alveo, per poi renderli intensamente urbanizzati accrescendo così il rischio.

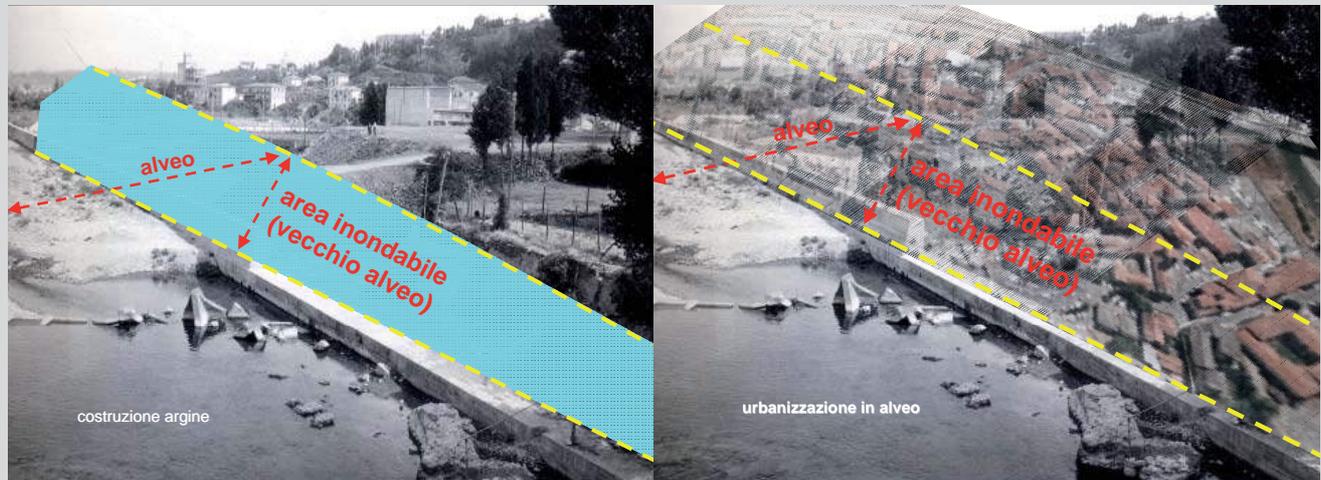


Figura 30 – Tipico esempio di costruzione di argine finalizzato a sottrarre aree al fiume poi soggette ad una successiva intensa urbanizzazione (Figura: Giuseppe Sansoni.)

nistica, agricoltura, vegetazione, inerti, rifiuti, ecc.) e un associato sistema di incentivi/disincentivi, con sanzioni severe e un efficace monitoraggio; promuovendo la delocalizzazione/riconversione attraverso normative e incentivi economico-finanziari o di altra natura e/o con disincentivi.

- **Proteggere i beni esposti** realizzando opere mirate ed evitando azioni che mirino ad un radicale e generalizzato isolamento di intere porzioni fluviali dal territorio circostante anche a prescindere dall'uso e dal valore del suolo.

- **Risolvere problemi localizzati in sezioni idraulicamente insufficienti** non necessariamente rinforzando ed alzando le difese ma anche ampliando le sezioni (arretramento argini) ed eventuali ostacoli al deflusso (ad esempio ponti con luce troppo ridotta).

7 ESEMPI DI POSSIBILI AZIONI A SCALA LOCALE IN RELAZIONE AI DIVERSI OBIETTIVI

- Le azioni a scala locale suggerite nei paragrafi successivi in relazione ai diversi obiettivi sono riassunte in Tabella 3.

7.1 OBIETTIVO: EVITARE ED ELIMINARE LA PRESENZA DI BENI A RISCHIO

- Le principali azioni utili per evitare ed eliminare la presenza di beni a rischio sono ad esempio:
 - vincoli alle nuove edificazioni
 - delocalizzazione di edifici e beni a rischio

- Nei paragrafi seguenti si presentano alcune delle possibili opzioni progettuali e gestionali che possono essere messe in campo in tal senso a scala locale e che agiscono nell'ottica della riqualificazione fluviale.

7.1.1 Azione: vincoli alle nuove edificazioni

- Seppure questo principio sia già uno dei cardini fondanti della pianificazione di bacino (zonizzazione in fasce a diversi livelli di pericolosità inserita nei PAI) in alcuni contesti appare ancora troppo elastico il sistema che prevede di svincolare aree con la costruzione di nuove difese e procedere quindi a nuove edificazioni.

- Come già più volte descritto questo meccanismo infatti aumenta il rischio in loco (incremento dei beni esposti) e lo sposta a valle (maggiore probabilità di inondazione).

7.1.2 Azione: delocalizzazione di edifici e beni a rischio

- Tra le possibili strategie per ridurre il rischio idraulico, una delle soluzioni apparentemente più difficili da percorrere, ma, in molti casi,

BOX - DELOCALIZZAZIONE DI EDIFICI SITUATI NELLA FASCIA D PERTINENZA FLUVIALE

- Riportiamo di seguito una sintesi descrittiva di un esempio documentato di delocalizzazione di uno stabilimento industriale in area a rischio di inondazione (fascia fluviale del Tevere) descritto nella pubblicazione *"Le buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico"* (Legambiente e Protezione Civile, 2008).
- L'elemento di criticità era dato dalla presenza di uno stabilimento industriale che svolgeva attività potenzialmente pericolose 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 limitrofa ad una zona di interesse naturalistico.
- Tra enti pubblici e il gestore privato dello stabilimento è stato raggiunto un accordo per la delocalizzazione dello stabilimento e la contestuale bonifica e riqualificazione ecologica dell'area.

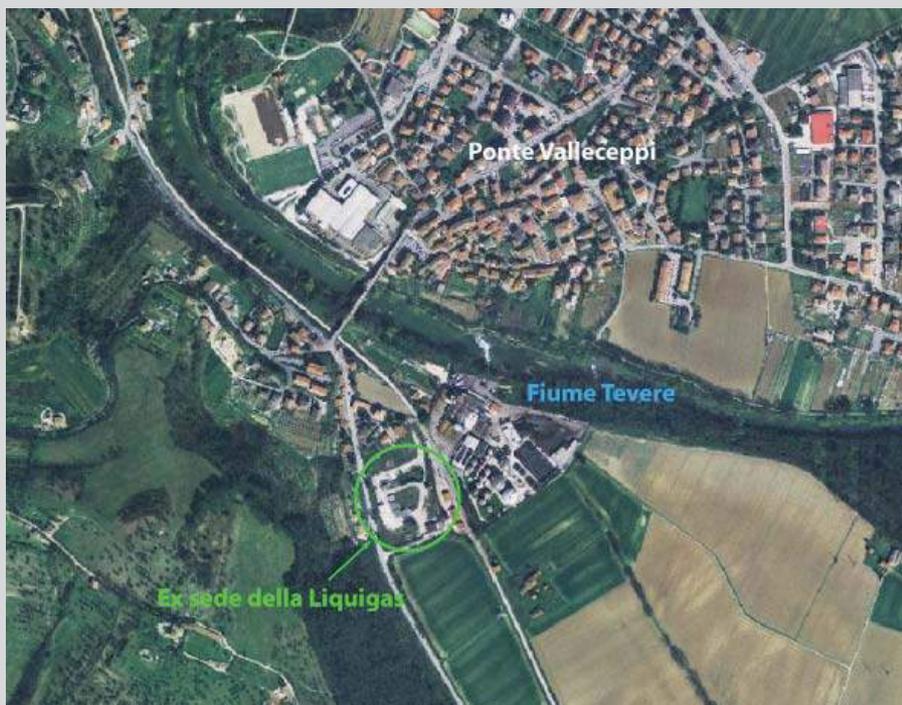


Figura 31 – In verde lo stabilimento industriale oggetto dell'azione di delocalizzazione

più convenienti (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.

7.2 OBIETTIVO: RIDURRE LA VULNERABILITÀ DEI BENI ESPOSTI

- La presenza di aree che possono essere soggette ad eventi alluvionali suggerisce di agire sui beni esposti, in particolare sugli edifici esistenti per ridurre la vulnerabilità, nel caso questi non possano essere delocalizzati.

BOX - SPOSTAMENTO DELLA VIABILITÀ

- Riportiamo di seguito una sintesi descrittiva di un esempio documentato di spostamento della viabilità in una zona descritto nella pubblicazione *"Le buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico"* (Legambiente e Protezione Civile, 2008).
- Il caso del T. Parmignola (Massa Carrara) 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 con tempo di ritorno di 200 anni) 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.



Figura 32 - 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).

BOX - EDIFICI A PROVA DI PIENA

- In questo box si presenta una breve sintesi delle indicazioni tecniche prodotte dagli Enti che si occupano della difesa del territorio negli Stati Uniti (Federal Emergency Management Agency; Mitigation Directorate)⁽¹⁾ e in Gran Bretagna (Department for Transport, Local Government and the Regions)⁽²⁾, paesi che hanno investito molte risorse per l'informazione del pubblico sui rischi da alluvioni, con lo scopo di favorire una presa di coscienza e una collaborazione attiva nella mitigazione del rischio da parte della popolazione coinvolta.
- Sostanzialmente sono possibili due tipi di interventi per ridurre i danni da alluvione negli edifici (Figura 33):
 - *dry-proof*, finalizzati ad impedire o comunque minimizzare l'ingresso di acqua negli edifici;
 - *wet-proof*, miranti invece ad aumentarne la resistenza una volta che l'acqua sia già entrata.
- Interventi *dry-proof*: oltre ad infissi a tenuta stagna, si può ricorrere al più economico posizionamento di barriere mobili in corrispondenza delle aperture (porte, finestre, ecc.): queste non sempre impediscono l'ingresso di acqua all'interno dell'edificio, ma sicuramente lo ritardano, così da lasciare il tempo per mettere al sicuro mobili ed oggetti di maggior valore.
- Interventi *wet-proof*: le misure per la protezione dalle piene possono essere divise sostanzialmente in due tipologie:
 - *elevazione*, al di sopra del livello di piena previsto, delle apparecchiature (ad es. quelle elettriche) su piedistalli, piattaforme o altri supporti (o loro collocazione ai piani superiori);
 - *protezione*, attraverso opportune tecniche e accorgimenti (box a tenuta stagna, sistemi di ancoraggio, ecc.), delle apparecchiature che, per necessità, si trovano sotto il livello di piena.

1 FEMA, 1999.

2 DTLR, 2002.

7.2.1 Azione: interventi sugli edifici

• Si riporta nel Box successivo un estratto del Box omonimo "Edifici a prova di piena" contenuto nel Capitolo 2 del Manuale "La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" (Nardini A. e Sansoni G. e collaboratori - CIRF, 2006), al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

7.3 OBIETTIVO: PROTEGGERE I BENI ESPOSTI

• Un'azione utile per proteggere gli edifici dalle piene è costituita dalla:

- Costruzione di opere idrauliche

mirate

• Si presentano di seguito alcune opzioni progettuali che possono essere messe in campo in tal senso.

7.3.1 Azione: costruzione di opere idrauliche mirate

• Molto spesso la difesa contro le piene di un insediamento, di un abitato o di un'infrastruttura è realizzata isolando il fiume dal resto del territorio in cui si trova il bene esposto, mediante ad esempio la costruzione di arginature.

• Sarebbe invece preferibile valutare la possibilità di isolare (con opere di difesa mirate) il bene localizzato dal fiume, con un approc-

cio che può essere sintetizzato nel motto "arginare l'abitato, anziché il fiume" (emblematico il caso del fiume Sangro nella porzione fluviale a monte di Castel di Sangro, descritto brevemente nel box successivo).

• Nella maggioranza dei casi questa soluzione può risultare più conveniente da tutti i punti di vista (economici, ambientali, ecc.).

7.4 OBIETTIVO: RISOLVERE PROBLEMI LOCALIZZATI IN SEZIONI IDRAULICAMENTE INSUFFICIENTI

• Le azioni utili per proteggere gli edifici sono ad esempio:

- Rimuovere la causa del restringimento
- Allargamenti di sezione con

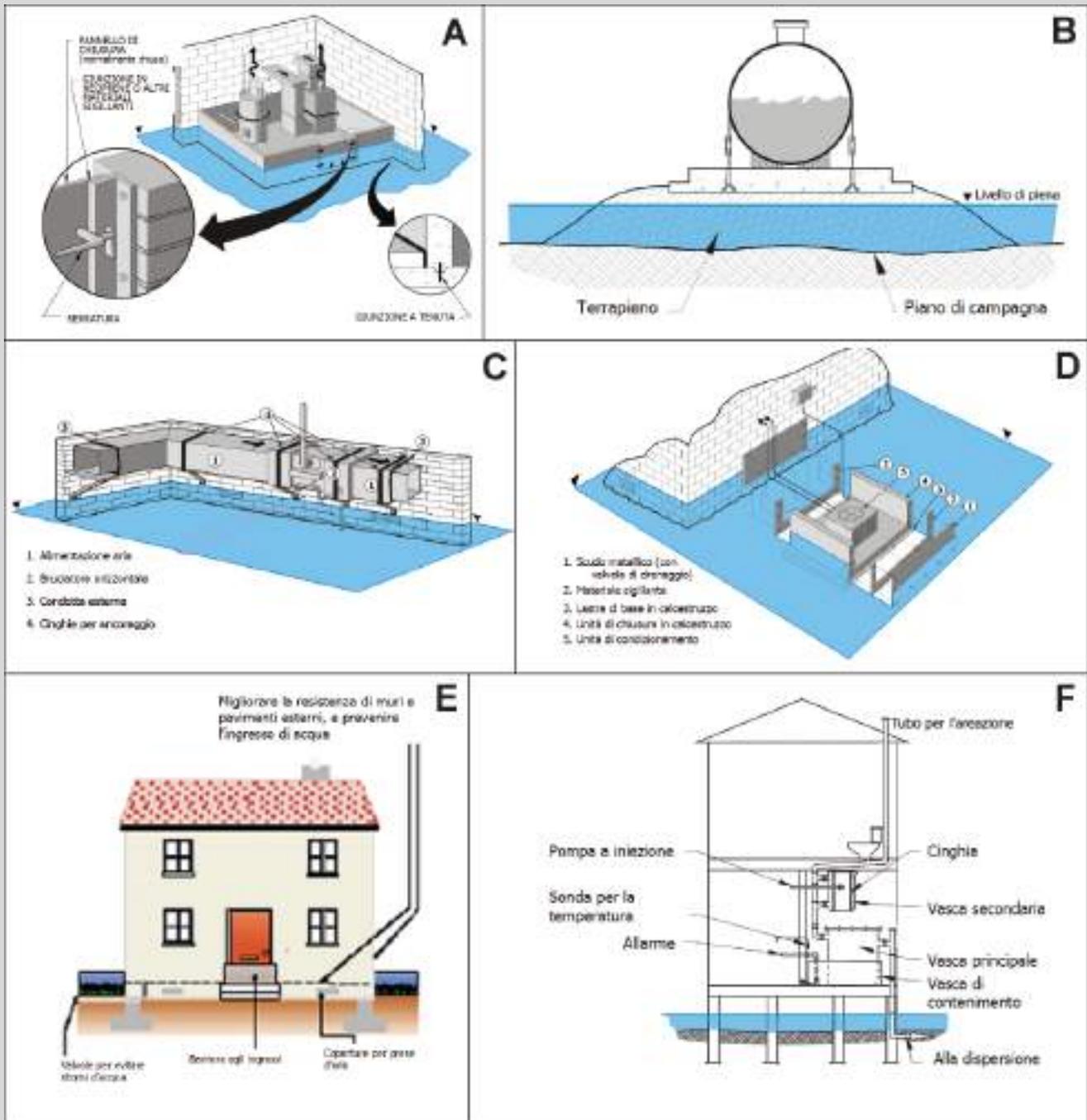
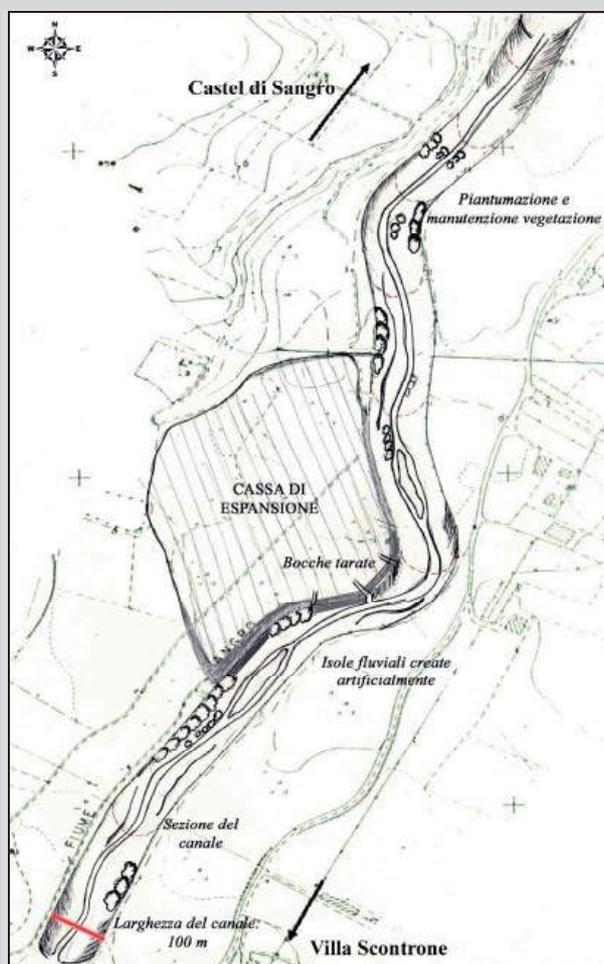


Figura 33 - A: Esempio di sistema per la protezione di apparecchiature meccaniche per l'approvvigionamento e distribuzione dell'acqua potabile (l'azzurro sui muri indica il livello di piena). B: Elevazione di un serbatoio di stoccaggio di combustibile. C: Esempio di configurazione orizzontale di un sistema di riscaldamento, sistemato su mensole sopraelevate rispetto al livello di piena. D: Sistema per la protezione di un compressore per l'aria condizionata. E: Configurazione di un edificio del tipo dry-proof: la predisposizione di semplici ed economici accorgimenti (unita ad un'adeguata preparazione della popolazione) può ridurre grandemente l'entità dei danni alluvionali. F: Sistema sopraelevato rispetto al livello della piena per il trattamento domestico dei reflui. (Figura E: da DTLR, 2002; le altre da FEMA, 1999).

BOX - DIFESA MIRATA DEGLI ABITATI: IL CASO DEL FIUME SANGRO

- Fino all'inizio degli anni '50 il fiume Sangro, nella parte superiore del bacino, si presenta ancora in condizioni sostanzialmente naturali.
- Nel 1954 viene costruita la diga di Barrea, che ne modifica le condizioni idrologiche e geomorfologiche. In particolare, come tipico effetto della diga, si verificano, a valle di essa, un aumento dei processi erosivi e un restringimento dell'alveo.
- Tra il 1981 e il 1984 il fiume Sangro, per un tratto di circa 6 Km, tra Villa Scontrone e Castel di Sangro, viene canalizzato e cementificato al fine (pare) di migliorare la sicurezza idraulica del territorio circostante. L'alveo viene trasformato da pluricursale a monocursale e totalmente banalizzato, il letto viene abbassato e incassato all'interno del canale in cemento, costringendo le acque entro muri spondali. Viene realizzato un alveo di piena e, al suo interno, un alveo di magra centrale, entrambi delimitati da muri in cemento, privi di vegetazione e di qualsiasi diversità morfologica.
- Nel 1991 un evento di piena sconvolge buona parte dell'assetto artificiale realizzato in precedenza: i muri di contenimento interni vengono scalzati, molte briglie subiscono ingenti danni, l'acqua si crea nuove vie divagando tra l'alveo di magra e quello di piena.
- In seguito vengono valutate diverse alternative progettuali per la "risistemazione" del tratto, anche alla luce dell'avvenuta espansione urbanistica dell'abitato di Castel di Sangro (posto a valle del tratto in questione);
- In particolare viene avanzata una prima proposta progettuale per la "messa in sicurezza" di Castel di Sangro in occasione di piene con tempo di ritorno inferiore o uguale a 200 anni prevedendo la realizzazione di: un alveo in terra e pietrame largo circa 100 m (più del doppio dell'attuale canalizzato, ma decisamente inferiore alla fascia di inondazione naturale) per tutto il tratto attualmente canalizzato, dimensionato sulla portata di piena QTR200; una cassa d'espansione in parallelo con un volume dell'ordine di alcuni milioni di m³ e relativi



dispositivi per "garantirne" il funzionamento; arginare per contenere il fiume da esondazioni laterali presso l'abitato di Castel di Sangro. Tale proposta di progetto prevedeva anche "l'inserimento di alcune strutture naturaliformi, all'interno degli argini, quali isole fluviali, recupero di paleoalvei, ecc." oltreché piantumazione e manutenzione della vegetazione in modo che essa non ostacolasse il flusso idrico, per ottemperare, nelle intenzioni dei progettisti, alle esigenze dell'obiettivo ambientale.

- L'altra alternativa progettuale, da considerarsi in linea con l'approccio qui proposto della difesa mirata dei beni esposti, prevede sostanzialmente una variazione del tipo morfologico (da alveo monocursale ad alveo pluricursale) attraverso lo smantellamento delle difese spondali, l'innalzamento della quota attraverso sbancamenti e recupero di sedimenti dal bacino presente a monte, l'acquisizione di ampie aree inondabili e **la costruzione di un rilevato arginale mirato e localizzato a difesa degli insediamenti.**

Figura 34 - Soluzione di stampo ingegneristico tradizionale finalizzata a massimizzare l'obiettivo di riduzione del rischio idraulico: canale allargato, ma ben definito e progettato per essere stabile (fisso), cassa di espansione del volume di alcuni milioni di m³, forme fluviali quali isole e paleoalvei create artificialmente, piantumazione e manutenzione della vegetazione in modo che essa non ostacoli il flusso idrico. (Illustrazione: Ileana Schipani, in CIRF 2004)

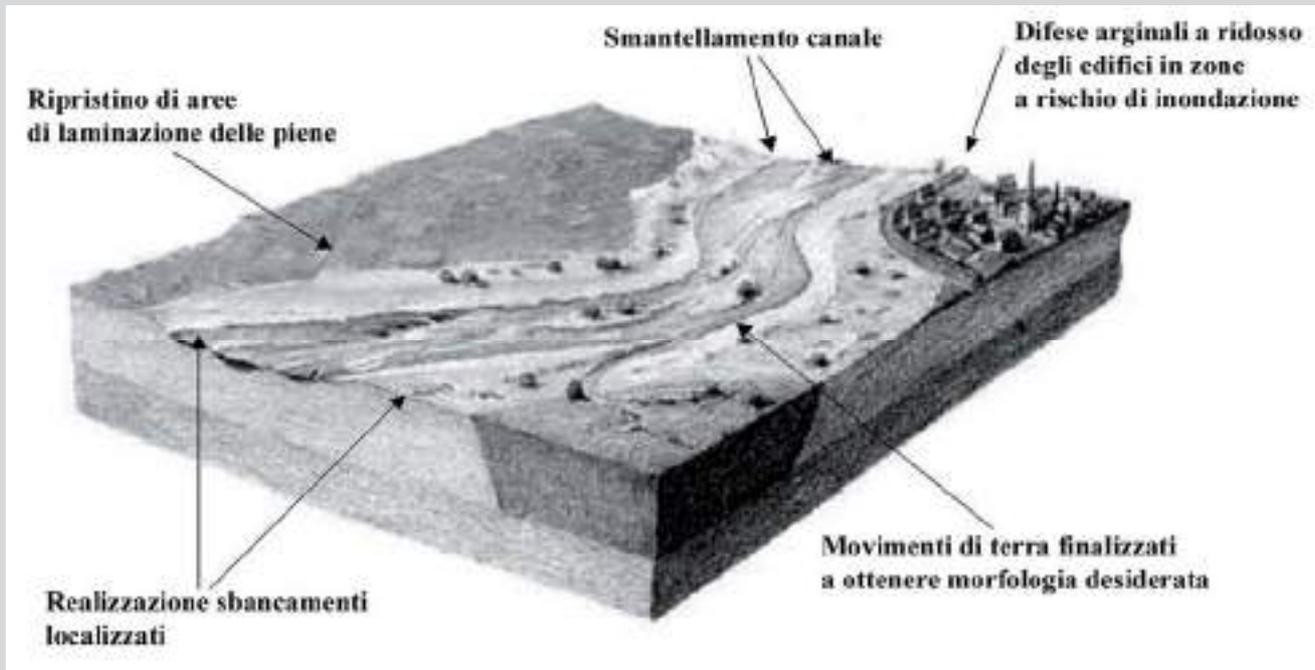


Figura 35 - Quadro degli interventi sull'assetto fisico (all'interno della fascia di mobilità fluviale): i) smantellamento del canale in cemento; ii) difese arginali a ridosso degli edifici in zone a rischio; iii) movimenti di terra finalizzati a ottenere la morfologia desiderata; iv) realizzazione di sbancamenti localizzati; v) ripristino delle aree di laminazione delle piene. (Illustrazione: Ileana Schipani)

spostamento di argini

- Nei paragrafi seguenti si presentano alcune delle possibili opzioni progettuali e gestionali che possono essere messe in campo in tal senso a scala locale.

7.4.1 Azione: rimuovere la causa del restringimento

- In molte situazioni, la costruzione di arginature è dovuta alla protezione da rigurgiti o ostacolo ai deflussi creato dalla presenza di opere o edifici mal concepiti, come nel caso di ponti a più arcate, con piloni in alveo.

- Generalmente si tende a preservare l'infrastruttura e a potenziare le arginature e gli interventi di manutenzione (ad esempio taglio della vegetazione nel tratto a mon-

te). In molti casi sembra ragionevole pensare che con una valutazione più approfondita costi/benefici possa risultare decisamente più conveniente eliminare (e rifare meglio) l'opera che crea l'ostacolo (ad es. ponte ad arcata unica, senza piloni in alveo che ostruiscano il deflusso).

7.4.2 Azione: allargamenti di sezione con spostamento di argini

- Si veda quanto già descritto al Par. 5.1.2 a scala di bacino.

BIBLIOGRAFIA

AUTORITÀ DI BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME MAGRA, 1998. *Elementi di progettazione ambientale dei lavori fluviali*

AUTORITÀ BACINO MAGRA, 2002. *Studio su modello idraulico bidimensionale delle esondazioni del Fiume Magra nel tratto compreso tra la confluenza con il Vara e l'inizio del tratto navigabile (Loc. Falaschi)*. In: "Definizione degli ambiti normativi relativi alle fasce di inondabilità in funzione di tiranti idrici e velocità di scorrimento". Autorità Bacino Magra, Sarzana (La Spezia).

AUTORITÀ BACINO MAGRA, 2004. *Progettazione preliminare con studio di fattibilità ambientale degli interventi di messa in sicurezza idraulica e recupero conservativo di ambienti fluviali e alluvionali nel tratto del fiume Vara compreso fra Piana Battola e la confluenza con il fiume Magra*. Autorità Bacino Magra, Sarzana (La Spezia).

Baruffi F., Rusconi A., Surian N., 2004. *Le fasce di pertinenza flu-*

viale nella pianificazione dei bacini idrografici: aspetti metodologici ed applicazioni. In: Atti Convegno Interpraevent, Riva del Garda, Maggio 2004, VIII/1-VIII/9.

Brath A., 2003. *Effetti dell'antropizzazione e dei cambiamenti climatici sul rischio alluvionale*. In Primo Forum Nazionale sul rischio idraulico e assetto della rete idrografica nella pianificazione di bacino, a cura di E. M. Ferrucci, Maggioli Ed.: 207-228.

Cellerino R., 2004. *L'Italia delle Alluvioni. Un'analisi economica*. Ed. Franco Angeli, Milano

CIRF, 2004. *L'obiettivo naturalistico-ambientale ed elementi dell'approccio integrato multi criterio a supporto dello studio di fattibilità per la rinaturalizzazione del tratto canalizzato del fiume Sangro*. Relazione inedita.

CIRF, 2006. *La riqualficazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. Nardini A. e Sansoni G. (curatori) e collaboratori. Mazzanti Editori, Venezia. (www.cirf.org)

CIRF, 2009, *Rivista "Riqualficazione fluviale", Numero 2/2009*. Articolo "Laminazione delle piene e riqualficazione fluviale in Romagna" (scaricabile dal sito www.cirf.org)

CIRF, 2009, *Rivista "Riqualficazione fluviale", Numero 2/2009*. Articolo "Riqualficazione fluviale in Alto Adige: gli interventi sul basso corso del torrente Aurino" (scaricabile dal sito www.cirf.org)

DTLR (DEPT. FOR TRANSPORT, LOCAL GOVERNMENT AND THE REGIONS, UK), 2002. *Preparing for Floods*, (scaricabile dal sito <http://www.environment-agency.gov.uk>)

FEMA (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY), 1999. *Protecting buildings utilities from flood damage: principles practices for the design and construction of flood resistant building utility systems*. U.S.A., 192 pp. (scaricabile dal sito <http://www.fema.gov>)

Gambino R., 2003. *Difesa idrogeologica e pianificazione territoriale*. In: *Primo Forum Nazionale: rischio idraulico e assetto della rete idrografica nella pianificazione di bacino. Questioni, metodi, esperienze a confronto*, Erminio M. Ferrucci (a cura di), Maggioli Editore, Milano, 120 pp.

Govi M., Turitto O., 2000. *Casistica storica sui processi d'interazione delle correnti di piena del Po con arginature e con elementi morfotopografici del territorio adiacente*. Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano: 105-160.

Klijn F., Duel H., Vis M., 2000. *Combining ecological rehabilitation of rivers with strategies for flood management in the Netherlands*. In: H.J. Nijland and M.J.R. Cals (eds.) *River Restoration In Europe - Practical approaches*, Proceedings of Conference on River Restoration (ECRR), Wageningen, the Netherlands 2000.

LEGAMBIENTE E PROTEZIONE CIVILE, 2008. *Le buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico* (scaricabile dal sito www.cirf.org)

Luino F., Bassi M., Fassi P., Belloni A., Padovan N., 2002. *L'importanza delle notizie pregresse quale supporto allo studio geomorfologico per l'individuazione delle aree potenzialmente inondabili ai fini urbanistici: il fondovalle del Torrente Pioverna (Valsassina, Lombardia)*. Italian Journal of Engineering Geol-

ogy and Environment, 1: 95-109

Maraga F., 1990. *Delimitazione di aree inondabili secondo criteri geomorfologici*. Mem. Soc. Geol. It., 45: 247-252.

Maraga F., Turitto O., 1996. *Diagnosi geomorfologica d'inondabilità in casi di studio sull'idrografia padana*. In: Luino F. (Ed.), *La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica*, Convegno Internazionale Alba, 1996, Vol. II, CNR IRPI Torino: 313-334.

Mercalli L., 2001. *Alluvioni inevitabili*. NIMBUS (Rivista della Società Meteorologica Italiana ONLUS, www.nimbus.it), a. VI (3/4), (n. 21/22-1998).

Preti F., Bresci E., 2001. *Variazioni dell'uso del suolo e risposta idrologica*. Convegno AIIA, Vieste, 11-14 settembre 2001, 12 pp.

Puma F., 2003. *Gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico nella media e bassa Pianura Padana nella pianificazione di bacino del Po*, in Primo Forum Nazionale sul rischio idraulico e assetto della rete idrografica nella pianificazione di bacino, a cura di E. M. Ferrucci, Maggioli Ed.: 413-426.

Robinson C.T., Uehlinger U., 2003. *Using artificial floods for restoring river integrity*. Aquatic Sciences 65 (3): 181-182.

Sansoni G., 1993b. *Una nuova cultura idraulica ed ambientale*. In: G. Sansoni, P.L. Garuglieri, *Il Magra*. Analisi, tecniche e proposte per la tutela del fiume e del suo bacino idrografico. Ed. WWF Italia, 95 pp

www.nimbus.it



Il CIRF è un'associazione culturale tecnico scientifica senza fini di lucro, fondata nel 1999 per promuovere una gestione più sostenibile dei corsi d'acqua e favorire il dibattito tecnico-scientifico sull'approccio e le tecniche della riqualificazione fluviale.

Per conseguire questi obiettivi conduce attività di:

- formazione (corsi, viaggi studio, pubblicazioni tecnico-scientifiche);
- informazione (sito web, eventi, pubblicazioni divulgative, documenti di opinione);
- progetti pilota innovativi e ad alta valenza divulgativa (studi, piani..)

Attualmente il CIRF è membro del consiglio direttivo dell'*ECRR (European Centre for River Restoration)*, un'omologa organizzazione internazionale che mira a creare una rete europea tra istituzioni di rilievo nazionale che operano nel settore della Riqualificazione Fluviale.

Per informazioni www.cirf.org.

LE NOSTRE PUBBLICAZIONI



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

Un testo di 832 pagine che non si limita alle tecniche, ma le subordina alle strategie. Ma come metterle in pratica? Ecco allora le linee guida operative, rivolte soprattutto a chi ha potere decisionale; l'approccio tecnico integrato, una rivoluzione nel modo di pianificare e progettare; gli orientamenti alle tecniche d'intervento, dalla progettazione dell'assetto geomorfologico alle tecniche di protezione spondale e agli interventi di miglioramento dell'habitat; un metodo innovativo (FLEA) per misurare lo stato ecologico; i casi studio che illustrano esperienze reali.

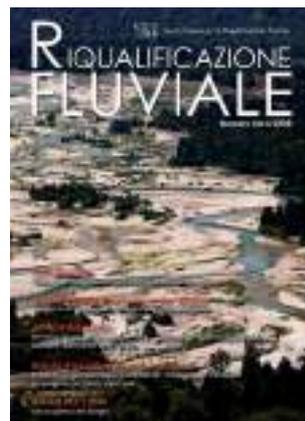
Per una presentazione più esaustiva del testo è possibile consultare la pagina web: www.cirf.org



Decidere l'ambiente. **Una visione generale e indicazioni operative sulla problematica acqua, con esemplificazione sul fiume Taro.**

Un libro che parla in modo originale delle tematiche inerenti le decisioni in ambito pubblico, che cerca di renderle accessibili con una esemplificazione sufficientemente completa da far capire di cosa si tratta, ma non eccessivamente profonda, per non disperdere il lettore.

Per una presentazione più esaustiva del testo è possibile consultare la pagina web: www.cirf.org



Rivista "RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE"

Si tratta di una rivista scaricabile gratuitamente online dal sito CIRF da associati e non associati ed esclusivamente dedicata al tema della riqualificazione fluviale.

Nasce con lo scopo di allargare quanto più possibile il confronto in merito ai temi della riqualificazione fluviale. Una rivista immaginata come un contenitore aperto ai contributi di enti pubblici, università, centri di ricerca, professionisti, associazioni che vogliano divulgare esperienze realizzate o situazioni di particolare interesse."

Per ulteriori informazioni consultare la pagina web: www.cirf.org

