

# Eventi naturali

CONOSCERE E OSSERVARE IL TERRITORIO

**Non solo in piena**  
L'acqua e i fiumi  
protagonisti del territorio

# Indice

<b>1 L'acqua</b>	<b>pag. 3</b>
<b>2 Idrografia</b>	<b>pag. 9</b>
<b>3 L'acqua e il paesaggio</b>	<b>pag. 15</b>
<b>4 Fiumi e torrenti</b>	<b>pag. 20</b>
<b>5 Eventi alluvionali</b>	<b>pag. 30</b>
<b>6 Prevenzione e pianificazione</b>	<b>pag. 34</b>

## **Non solo in piena L'acqua e i fiumi protagonisti del territorio**

Arpa Piemonte  
Centro Regionale per le ricerche territoriali e geologiche

**Responsabile scientifico:** Ferruccio Forlati

### **Coordinamento progettuale e realizzazione:**

Pina Nappi, Margherita Machiorlatti,  
Cristina Converso, Claudia Giampani, Puni Moletta

### **Testi a cura di:**

Claudia Giampani, Puni Moletta, Paola Magosso,  
Gianfranca Bellardone, Mario Previale, Claudio Bonadio,  
Matteo Brovero, Pina Nappi, Cristina Converso

**Fotografie:** realizzate dagli autori o tratte da archivi Arpa Piemonte

La **mascotte** è stata ideata e realizzata da Manuela Livorno e Barbara Lorusso

**Illustrazioni di:** Margherita Machiorlatti

**Ideazione e progetto grafico:** Art Cafè adv - Torino

Finito di stampare nel mese di maggio 2009  
presso Litografia Viscardi, Alessandria

ISBN 978-88-7479-108-8

Copyright©2009, Arpa Piemonte

Via Pio VII, 9 – 10135 Torino – Italia



Nei numerosi **miti e leggende** che si sono tramandati nei millenni in tutte le culture, l'acqua ha sempre rappresentato il principio essenziale della creazione. Per l'uomo primitivo, che viveva a stretto contatto della natura, le cose veramente importanti erano poche e riconducibili a quattro elementi: il **fuoco**, la **terra**, l'**aria**, l'**acqua**, considerati dunque "divini".

Dall'acqua, forse più di che da ogni altra risorsa naturale, dipendono le condizioni per l'esistenza dell'uomo e la vita del mondo animale e vegetale.

Le prime grandi civiltà della storia sono nate in prossimità dei fiumi (Nilo, Tigri, Eufrate, Tevere).

Vista dallo spazio la terra appare come una sfera blu, per l'alta percentuale di superficie coperta dagli oceani e proprio per questo è stata soprannominata "**Pianeta blu**".

L'acqua copre per il 71% la superficie della terra, vale a dire circa 364 milioni di chilometri quadrati di superficie. Di questa massa totale, però, solo poco più del 2% è costituito da acqua dolce e, di questa, solo lo 0,3% si trova in superficie. L'acqua è anche il principale costituente degli organismi viventi di cui rappresenta in media il 70% in peso.

Con il presente volumetto si intende approfondire la conoscenza sui corsi d'acqua. La conoscenza degli eventi del passato e delle leggi naturali che li governano si può infatti considerare il primo strumento necessario per poter prevedere e prevenire eventi calamitosi.

L'elevato livello tecnologico oggi raggiunto porta erroneamente a credere che sia possibile poter prevedere e difendersi da tutti i processi naturali. Questo non è vero ma, per alcuni fenomeni, un'accurata indagine storica sulla distribuzione spaziale e temporale degli eventi, insieme al riconoscimento dei processi in atto, permette di avere una base di conoscenza sufficiente per prevedere e quindi prevenire gli effetti di eventi calamitosi.



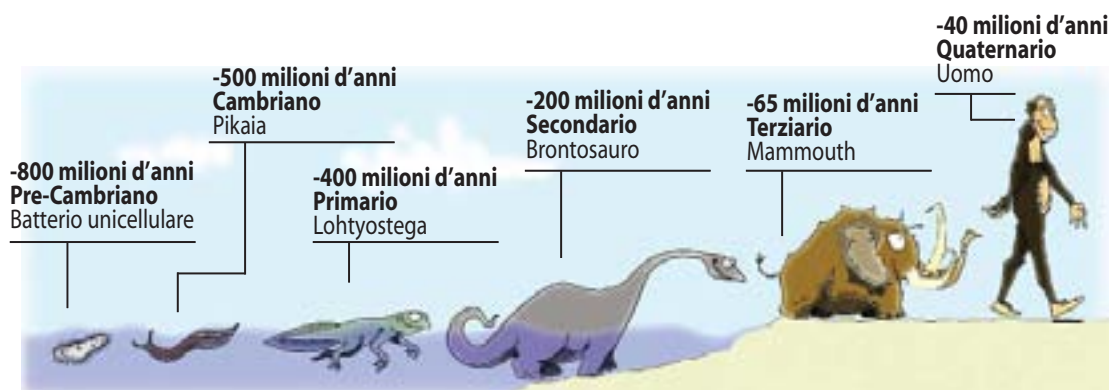
# 1 L'ACQUA

## Introduzione

La Terra si è formata circa **4,5 miliardi di anni fa** e da allora la temperatura del pianeta è andata via via diminuendo. Il vapore acqueo, presente nell'atmosfera e continuamente emesso dalle eruzioni vulcaniche, ha iniziato a condensare dando origine alle precipitazioni e alla formazione dei primi oceani.

La presenza dell'acqua sulla Terra è stato uno dei fattori fondamentali per la nascita e l'evoluzione della vita che per milioni di anni si è sviluppata sotto la superficie dell'acqua, prima con gli invertebrati (spugne, meduse, molluschi) e in seguito con i vertebrati, i cui primi rappresentati sono stati i pesci.

In base a recenti teorie, l'origine dell'acqua sulla terra sarebbe dovuta anche all'impatto sulla superficie terrestre di meteoriti ghiacciate



## PERCHÉ L'ACQUA DEL MARE È SALATA?

La salinità del mare (attualmente la concentrazione di sale è di circa 35 g/l) risale "soltanto" a un miliardo di anni fa. L'acqua, scorrendo in superficie o infiltrandosi nel sottosuolo, si è via via arricchita di sali minerali prelevati dalla terra e li ha riversati negli oceani in formazione, causando un aumento della salinità.

La salinità dei mari varia a seconda della loro profondità ed è sensibilmente più alta verso la superficie e dove si verifica una forte evaporazione. Più scarsa è invece in quei mari in cui l'apporto d'acqua dolce è più consistente, per esempio in vicinanza di un estuario.

## Com'è fatta una molecola d'acqua?

**Il legame a idrogeno** è un tipo di legame che si forma quando gli atomi di idrogeno di una molecola d'acqua sono attratti dagli atomi di ossigeno di un'altra molecola d'acqua

Una molecola di acqua è costituita da **un atomo di ossigeno e due atomi di idrogeno** e la sua formula chimica è  $H_2O$ .

L'acqua possiede particolari proprietà chimiche e fisiche, legate ai forti **legami idrogeno** fra le molecole, che le conferiscono una grande stabilità chimica. L'evaporazione richiede infatti una quantità di energia insolitamente grande per una molecola delle sue dimensioni. In conseguenza di ciò, l'acqua rimane allo stato liquido sulla maggior parte della superficie terrestre.

## In quali stati si può trovare l'acqua?

In natura l'acqua è l'unica sostanza che si può trovare nei tre principali stati fisici della materia:

- **solida** (neve e ghiaccio) a temperature inferiori a  $0^{\circ}C$
- **liquida** (acqua) tra  $0^{\circ}C$  e  $100^{\circ}C$
- **gassosa** (vapore acqueo) oltre i  $100^{\circ}C$

Tali limiti di temperatura si riferiscono al comportamento dell'acqua distillata, ad una pressione standard di 1 atmosfera; nell'acqua normalmente utilizzata, anche a scopi alimentari, è però sempre presente una concentrazione di sali che fa sì che la temperatura di congelamento sia leggermente inferiore a  $0^{\circ}C$  e quella di ebollizione leggermente superiore a  $100^{\circ}C$ . Analogamente, la variazione di pressione atmosferica fa mutare i limiti di temperatura (in montagna l'acqua raggiunge il punto di ebollizione più rapidamente che al mare, ma a una temperatura inferiore: una conseguenza è che, per esempio, la pasta cuoce prima al mare che in montagna).

## Quali sono le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua?

A differenza di quasi tutte le altre sostanze, per le quali la forma solida è più densa di quella liquida, il ghiaccio è meno denso dell'acqua: la densità dell'acqua è infatti massima alla temperatura di  $4^{\circ}C$ . L'acqua solidificandosi, cristallizza in forme esagonali, le molecole si allineano in maniera meno efficiente e il volume aumenta; quindi, a parità di massa, la densità (rapporto tra massa e volume) diminuisce. Il risultato di ciò è che il ghiaccio galleggia sull'acqua liquida: nei laghi e nei fiumi, quando la temperatura in superficie scende sotto i  $4^{\circ}C$ , l'acqua diminuisce la propria densità e, per la spinta di Archimede, rimane in superficie, dove forma poi, con un ulteriore calo di temperatura, uno strato di ghiaccio che isola termicamente gli strati sottostanti, permettendo in tal modo la vita degli organismi acquatici.

L'acqua possiede un'elevata tensione superficiale. La goccia d'acqua che cade assume una forma sferica proprio a causa di questa tensione: le molecole interne della goccia, infatti,

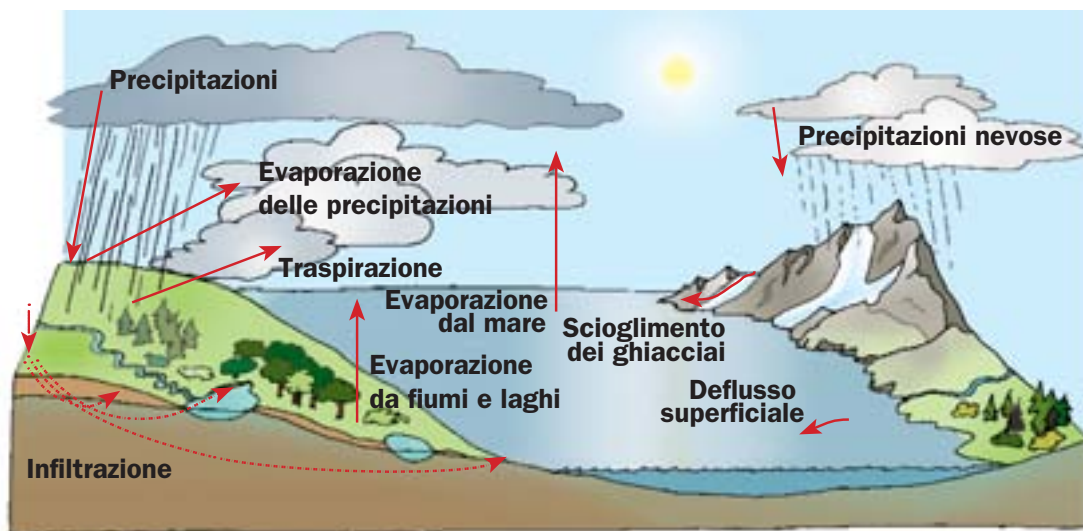


atraggono quelle più esterne in modo da disporle sulla superficie di area minima. È grazie alle forze di tensione superficiale, inoltre, che sulla superficie dell'acqua si forma una specie di sottile pellicola elastica tesa, in tal modo l'acqua sostiene il peso di insetti leggeri che possono camminare sulla sua superficie.

## Il ciclo dell'acqua

L'acqua presente sulla terra si sposta da un luogo all'altro secondo modalità che costituiscono il così detto "ciclo dell'acqua". Il motore termico esterno alla terra, l'irraggiamento solare, provoca l'evaporazione dell'acqua dalla superficie di fiumi, laghi e oceani, per lo più nelle regioni calde tropicali. Nell'evaporazione viene inclusa anche una quota (che rappresenta il 10% circa) che deriva dalla traspirazione delle piante. Il vapore acqueo, innalzandosi, si raffredda e condensa originando le nuvole, queste possono rilasciare acqua che ricade sulla terra sotto forma di pioggia o neve. In parte l'acqua delle precipitazioni evapora e ritorna nell'atmosfera; in parte viene assorbita dalle radici delle piante; mentre una porzione penetra nel suolo per infiltrazione, costituendo le acque sotterranee. L'aliquota di infiltrazione dipende principalmente dalla **permeabilità** del suolo o della roccia. Il percorso verticale delle acque attraverso materiali permeabili si interrompe quando incontra rocce impermeabili. In questo caso le acque possono accumularsi dando luogo alle falde acquifere che rappresentano il serbatoio di acqua potabile. Una parte delle acque di precipitazione dà origine al deflusso superficiale che si concentra nei torrenti e nei fiumi. L'acqua caduta al suolo conclude il suo ciclo nei mari e negli oceani, tramite i corsi d'acqua superficiali e, seppur più lentamente, tramite le falde acquifere sotterranee.

**Permeabilità**  
capacità delle rocce  
o dei terreni di essere  
attraversati da fluidi



Questo movimento continuo di acqua non ha un inizio o una fine, le molecole di acqua si muovono in continuazione tra differenti compartimenti, o riserve, dell'idrosfera terrestre mediante processi fisici. Una molecola d'acqua, in media, impiega circa 2000 anni a compiere l'intero ciclo.

## FALDE ACQUIFERE

Le falde superficiali o **freatiche** si formano al di sopra del primo strato sotterraneo impermeabile; sono quelle che alimentano, ad esempio, sorgenti e fontanili. Possono essere molto variabili a seconda delle precipitazioni e delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero.

Le falde profonde sono poste al di sotto della falda superficiale e possono essere libere, se scorrono senza toccare un tetto impermeabile, oppure **artesiane**, se sono racchiuse tra strati impermeabili e in questo caso l'acqua è in pressione.

Di norma, le acque profonde hanno una elevata qualità ma, se vengono inquinate, il loro risanamento è molto difficile. Attualmente, le acque delle falde più superficiali della Pianura Padana presentano un elevato grado di inquinamento e non possono essere più utilizzate a scopo potabile. Anche alcune falde profonde cominciano a registrare segnali di contaminazione.

Generalmente è più pericoloso bere per un tempo prolungato acqua con caratteristiche fisico-chimiche non troppo buone che, occasionalmente, ingerire acqua con livelli di inquinamento superiore!



## LE RISORGIVE

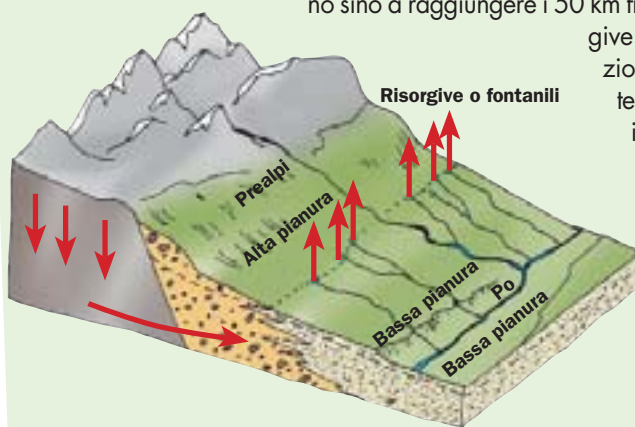
Una particolarità ambientale tipica di tutta la Pianura Padana è la presenza di una fascia, che si estende in maniera pressoché continua seguendo l'andamento dell'arco alpino, in cui le acque sotterranee risalgono in superficie dando vita a vere e proprie sorgenti di pianura. La causa è legata alla variazione della permeabilità dei sedimenti. Le acque sotterranee, che circolano all'interno di sedimenti a granulometria grossolana, incontrano livelli più fini e quindi meno permeabili, con conseguente elevazione del tetto della falda che affiora in superficie.

Le aree di risorgiva nella pianura piemontese si distribuiscono lungo una fascia, la cui ampiezza dipende da molteplici fattori e varia da pochi chilometri nelle province di Cuneo e Torino sino a raggiungere i 50 km fra i fiumi Sesia e Ticino. Le risorgive vennero sfruttate dalla popolazione ad uso irriguo anche per la

temperatura mite delle acque che impediva ai terreni di gelare.

Purtroppo, a causa delle attività umane, molte delle risorgive presenti in questa zona sono scomparse.

Si parla di **risorgiva** quando l'affioramento è naturale, di **fontanile** quando la sorgente è di origine antropica.



## Ecologia dei corpi idrici

Nelle acque dolci si instaurano relazioni complesse tra la componente vivente e non vivente nell'ambito della catena alimentare, a seconda della disponibilità delle sostanze nutritive. Gli **organismi autotrofi** producono sostanze organiche che vengono utilizzate dagli erbivori (molluschi, larve di insetti e alcuni pesci); i frammenti vegetali, le spoglie di animali morti e i residui delle attività umane costituiscono il cibo dei detritivori ("vermi", crostacei, larve di insetti, ecc.). Questi, a loro volta, insieme agli erbivori rappresentano il cibo per i carnivori; infine per ultimi, ma non meno importanti, ci sono i batteri e i funghi decompositori che reimmettono nel ciclo della materia le sostanze mineralizzate e utilizzabili così dalle piante e da tutti gli altri organismi autotrofi.

Il fondo dei corsi d'acqua è la zona di maggiore interesse biologico perchè lì si svolge la maggior parte dei processi vitali: i vegetali ancorano le proprie radici, i pesci depongono le uova e vi cercano il cibo, funghi e batteri demoliscono la sostanza organica in decomposizione, centinaia di specie di insetti vivono la loro fase larvale costituendo la "dispensa" del cibo. Questa ricchezza vitale è resa possibile dall'esistenza di un sottilissimo strato di acqua dove la corrente rallenta, per l'attrito che incontra con i numerosi ostacoli presenti sul fondo.

Gli **organismi autotrofi**, come ad esempio le piante, sono in grado di sintetizzare composti organici direttamente da sostanze inorganiche semplici quali l'anidride carbonica e l'acqua



Esemplare di larva di plecoterro (genere Perla)

Una mano  
lava l'altra  
e tutte e due  
lavano il viso





I pesci, invece, per la loro maggiore possibilità di spostarsi, sono presenti in numero variabile a seconda della distanza dalle origini dei corsi d'acqua e delle caratteristiche idrologiche.



Salmonide Italiano "trouta fario" reintrodotta per ripristinare la densità della popolazione italiana di fauna ittica poiché si adatta agli ecosistemi fluviali alpini, si riproduce ed è in grado di autosostenersi

I corsi d'acqua sono soggetti a notevoli mutamenti di composizione per cause naturali (siccità, piene) e antropiche (inquinamento e prelievi). La funzionalità dei corpi idrici consente, in una certa misura, di tollerare apporti di sostanze chimiche naturali e sintetiche e modificazioni delle condizioni fisiche e morfologiche, quasi "metabolizzando" le alterazioni subite e ripristinando le condizioni che garantiscono un pieno recupero. Tuttavia, il superamento di determinate soglie di alterazione compromette queste capacità in modo irreversibile e determina uno scadere dello stato di qualità ambientale del corpo idrico che si traduce in minore capacità di autodepurazione, diminuzione o alterazione (immissione di specie non native) della biodiversità locale e generale, minore disponibilità della risorsa per la vita degli ecosistemi associati e per gli usi necessari all'uomo. Le specie animali e vegetali costituiscono un sistema complesso ove hanno sede scambi continui tra le acque stesse, i sedimenti, il suolo e l'aria, che consentono la funzionalità di un corpo idrico come un "organismo" vivente secondo proprie specifiche leggi. Di qui nasce l'importanza di un approccio integrato alla caratterizzazione, valutazione e monitoraggio degli ecosistemi fluviali attraverso l'uso di metodologie di indicizzazione che fanno riferimento a precise normative ambientali (DLgs 152/99, DLgs 152/06, Direttiva 2000/60/CE).



# 2 IDROGRAFIA

## Bacino idrografico

Il bacino idrografico rappresenta la porzione di territorio che raccoglie le acque superficiali che defluiscono lungo i versanti e le fa confluire in uno stesso corso d'acqua. La linea di cresta dei rilievi che contornano il bacino prende il nome di spartiacque e separa un bacino dall'altro.

Gli spartiacque possono subire nel tempo alcune modificazioni. Ad esempio, a seguito di **movimenti tettonici**, i corsi d'acqua di un bacino possono esercitare un'azione erosiva più rapida e pronunciata rispetto ai corsi d'acqua del versante opposto, tanto da erodere regressivamente la propria testata sino a intaccare lo spartiacque tra i due bacini e appropriarsi in parte del drenaggio dei corsi meno attivi. Alcuni esempi di catture fluviali in territorio piemontese, sono riportati nel capitolo 4.

Tutti i fiumi del Piemonte alimentano il bacino idrografico del fiume Po, le cui acque defluiscono verso est e sfociano nel mare Adriatico. Fa eccezione l'estremo meridionale della provincia di Cuneo dove alcuni corsi d'acqua, tra i quali il Rio Pennavaira, drenano territori piemontesi ma sfociano nel mar Ligure.

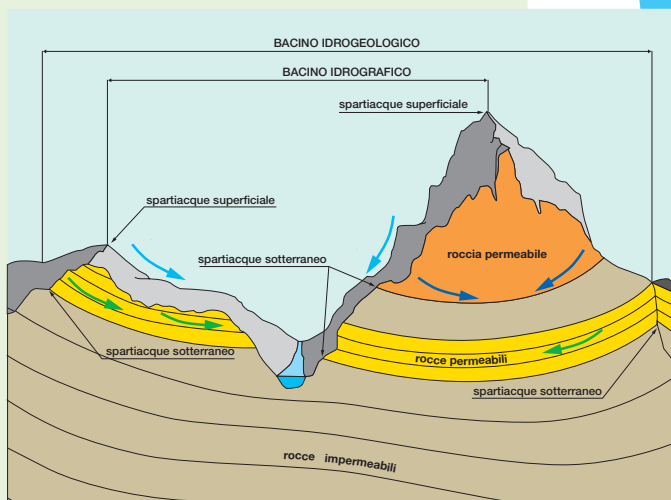
**Movimenti tettonici**  
movimenti delle zolle in cui è suddivisa la crosta terrestre, dovuti alla dinamica interna della Terra. Le manifestazioni superficiali più note sono i terremoti, le eruzioni vulcaniche, la formazione di catene montuose

## BACINO IDROGEOLOGICO

Comprende il bacino idrografico e le aree che raccolgono e drenano le acque meteoriche che penetrano in profondità, andando ad alimentare il sistema delle falde acquifere. Lo spartiacque è sottterraneo e l'estensione e lo sviluppo spaziale del bacino dipendono dalla morfologia del terreno, dalla giacitura delle rocce impermeabili e dalla dinamica dei corsi sotterranei.

## BACINO IDROGRAFICO

Unità fisiografica fondamentale alla quale far riferimento nello studio dei fenomeni fluviali e dei processi geomorfologici ad essi legati.



## Reticolo idrografico

L'acqua superficiale viene drenata dal reticolo idrografico, ossia l'insieme dei canali di deflusso di diversa natura, dimensione, portata che solca il territorio del bacino idrografico.

Le acque di precipitazione, dopo un percorso più o meno lungo di ruscellamento diffuso, confluiscono fino ad organizzarsi in sistemi idrografici delimitati da spartiacque.

Lo sviluppo del **reticolo idrografico** si può schematicamente attribuire a tre ambiti distinti: il bacino di alimentazione, il canale di deflusso, il cono di deiezione o la piana deltizia.

Il **bacino di alimentazione** è costituito dai versanti dove si raccolgono e, un po' per volta, si incanalano le acque di precipitazione che non si infiltrano nel terreno. Nella zona di alimentazione, caratterizzata solitamente da pendenze significative, l'acqua acquisisce un'elevata energia cinetica che le consente di erodere il substrato e di prendere in carico una gran quantità di materiale solido.

Lo sviluppo del reticolo idrografico si può schematicamente attribuire a tre ambiti distinti: il bacino di alimentazione, il canale di deflusso, il cono di deiezione o la piana deltizia.

Il bacino di alimentazione è costituito dai versanti dove si raccolgono e, un po' per volta, si incanalano le acque di precipitazione che non si infiltrano nel terreno. Nella zona di alimentazione, caratterizzata solitamente da pendenze significative, l'acqua acquisisce un'elevata energia cinetica che le consente di erodere il substrato e di prendere in carico una gran quantità di materiale solido.

### PERCHÉ L'ACQUA SCORRE ALL'INTERNO DI CANALI

Bastano modeste variazioni di pendenza per far sì che l'acqua si concentri lungo una determinata linea di flusso e inizi ad incidere il terreno; man mano che si approfondisce, l'incisione diventa il tracciato in cui si ha il massimo flusso con la minor perdita di energia per attrito.

Il **canale di deflusso** principale rappresenta il tratto in cui tutta l'acqua drenata dai versanti scorre in un corso ben definito. Lungo questo percorso, la pendenza è ridotta rispetto a quella dei versanti ma l'energia dell'acqua è ancora sufficiente a trasportare il carico di sedimenti di cui si è alimentata principalmente nella parte alta del bacino.

Il **cono di deiezione** o la piana deltizia rappresentano la parte terminale del percorso che l'acqua e i sedimenti trasportati compiono lungo il reticolo idrografico. La pendenza di questo tratto diminuisce ulteriormente e l'energia dell'acqua non è più sufficiente a trasportare i sedimenti che vengono depositati nei delta o conoidi che assumono la caratteristica forma a ventaglio. Il punto di chiusura verso valle dell'area del bacino idrografico coincide solitamente con l'apice di questo ventaglio.

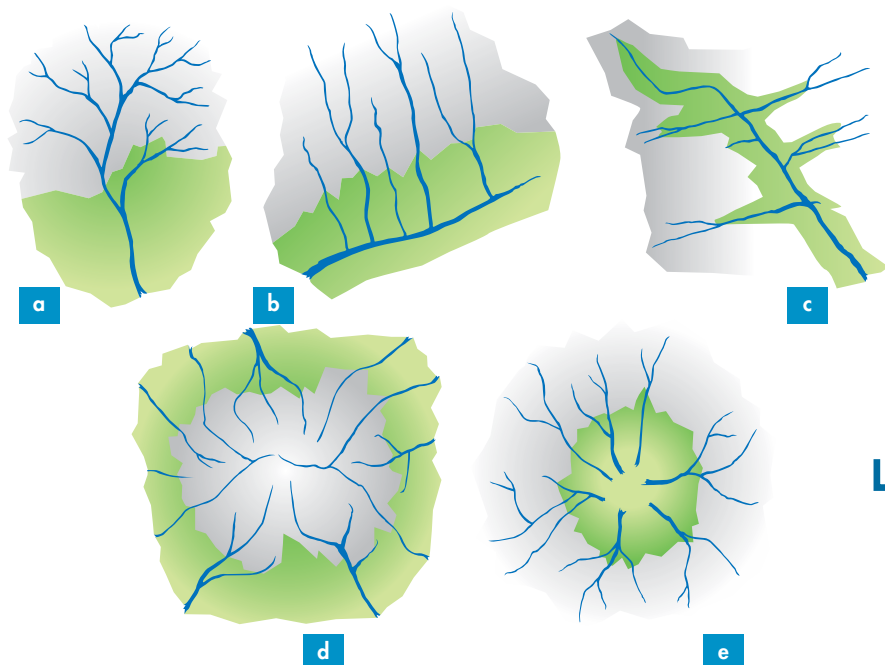


La disposizione geometrica dei segmenti fluviali all'interno di un reticolo è fortemente influenzata dalla **litologia** e dalle condizioni strutturali (presenza di **faglie** e/o **pieghe**). Il reticolo idrografico più comune è quello dendritico (a), in cui la disposizione delle aste fluviali ricorda i rami di un albero ed è caratteristico di aree in cui non sono presenti faglie e pieghe e la litologia risulta uniforme.

Lungo i versanti ad alta pendenza, generalmente si sviluppano reticoli paralleli (b).

Se sono presenti linee di faglia o alternanze di litologie più e meno erodibili il reticolo tende ad assumere un aspetto più ordinato e si avranno reticoli rettangolari o a graticcio (c).

Caratteristici poi appaiono i reticoli radiali, sia centrifughi (d) che si dipartono da un picco centrale più elevato, come un rilievo vulcanico, sia centripeti (e) che convergono verso delle depressioni, quali laghi.



### Litologia

natura e composizione di una roccia

### Faglie

fratture che separano due masse rocciose. Si formano in seguito a movimenti tettonici quando le rocce si comportano in maniera fragile e tendono a raggiungere il punto di rottura

### Pieghe

deformazioni che risultano dalla flessione o torsione di masse rocciose, particolarmente evidenti nelle rocce stratificate. Si formano, come le faglie, a seguito di movimenti tettonici, ma in rocce duttili, che si deformano senza subire rottura

## Caratteristiche dei corsi d'acqua

Un corso d'acqua è un sistema complesso influenzato da diversi fattori, che variano da monte verso valle:

- larghezza e profondità del canale,
- gradiente,
- velocità delle acque,
- **portata**,
- carico sedimentario trasportato.

Il gradiente, ossia la pendenza del canale, generalmente diminuisce da monte verso valle e il profilo longitudinale risulta concavo verso l'alto. La portata, la larghezza e la profondità del canale tendono invece ad aumentare verso valle perché il corso d'acqua riceve gli apporti dei tributari.

### Portata

quantità di acqua che passa attraverso la sezione trasversale di un corso d'acqua nell'unità di tempo, normalmente si esprime in metri cubi al secondo

All'interno di un canale la velocità dell'acqua è minore sui bordi e sul fondo alveo, a causa del maggiore attrito, e massima nella porzione centrale poco sotto la superficie liquida dove, invece, l'acqua è rallentata per l'attrito con l'aria. La velocità risente soprattutto della diminuzione di pendenza verso valle e aumenta meno marcatamente rispetto agli altri parametri, sino a diminuire in corrispondenza di importanti cambi di pendenza e a provocare il deposito dei sedimenti trasportati (ad esempio in corrispondenza dei conoidi alluvionali).



Le variazioni di portata di un corso d'acqua sono strettamente legate agli agenti atmosferici; non sempre però ad un massimo di precipitazione ne corrisponde uno di portata in quanto entrano in gioco altri fattori che determinano sfasamenti, come l'ampiezza e la litologia del bacino di alimentazione.

È possibile prevedere, soprattutto per bacini di grandi e medie dimensioni, attraverso lo studio delle caratteristiche fisiche e pluviometriche del bacino, a che ora e in che misura l'onda di piena interesserà una località, per programmare le eventuali difese.

## Meccanismi di deflusso e modalità di trasporto dei sedimenti

**Clasto**  
frammento di rocce  
o di sedimenti preesistenti

Quando il deflusso all'interno di un canale è costituito in prevalenza di acqua si parla di deflusso di acqua chiara.

Molto spesso però le acque di un fiume o di un torrente trasportano anche materiale solido la cui quantità dipende principalmente dalla portata, mentre la dimensione dei sedimenti che vengono trasportati è influenzata dalla velocità della corrente.

A seconda della composizione chimica, delle dimensioni dei clasti e della loro concentrazione nel fluido, si distinguono modalità differenti di trasporto:

- per galleggiamento
- in soluzione
- in sospensione
- come carico di fondo

Il trasporto per galleggiamento si realizza quando il materiale solido ha un peso specifico inferiore a quello dell'acqua, ed è rappresentato per lo più da resti vegetali portati dalla corrente o, più raramente, da pomice e da clasti inglobati in masse di ghiaccio. Si parla di trasporto in soluzione quando un corso d'acqua attraversa rocce costituite da minerali idrosolubili, ossia che si sciolgono nell'acqua, come i calcari, i gessi, il salgemma, ecc., e dipende dalle condizioni chimico fisiche del fluido e dalle condizioni ambientali. In questo caso le sostanze disciolte fanno parte del fluido e quindi si muovono seguendo le modalità di movimento dell'acqua.

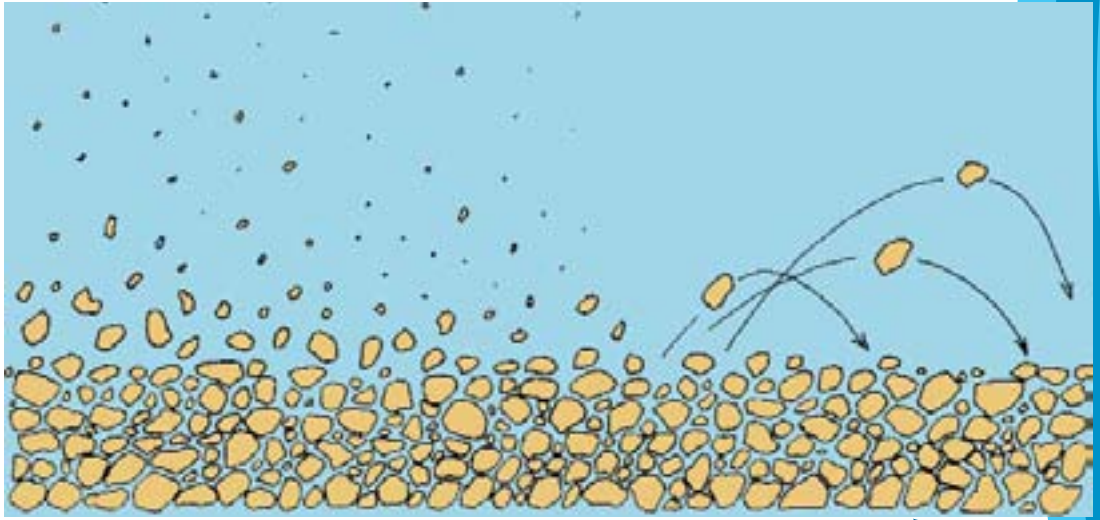
Il trasporto in sospensione dipende dall'energia della corrente e dalle dimensioni dei clasti: quanto più è fine la **granulometria** e quanto maggiore è la turbolenza della corrente tanto più è efficace il trasporto in sospensione, detto anche trasporto torbido.

**Granulometria**  
misura le dimensioni  
dei clasti

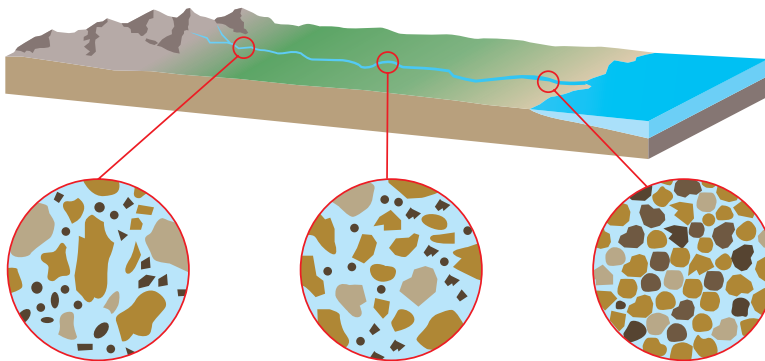
Il trasporto come carico di fondo può avvenire a sua volta secondo tre modalità:

- rotolamento
- strisciamento
- saltazione

Durante il trasporto sul fondo i clasti subiscono azioni d'urto e abrasione tra loro e con le rocce dell'alveo, per cui le loro dimensioni diminuiscono e la loro spigolosità viene smussata, tanto da conseguire una forma sempre più arrotondata.



Velocità della corrente



Nella zona più a monte del reticolo idrografico, i sedimenti trasportati sono caratterizzati da granuli spigolosi, di grosse dimensioni e comprendenti tutte le litologie presenti a monte, comprese quelle meno resistenti.

Nel tratto intermedio, i granuli hanno dimensioni medie, gli spigoli sono parzialmente smussati e sono costituiti da litologie resistenti alle alterazioni.

Nel tratto finale di un corso d'acqua, i granuli hanno dimensioni sempre più piccole, sono arrotondati e sono costituiti esclusivamente dai minerali più resistenti, come il quarzo.

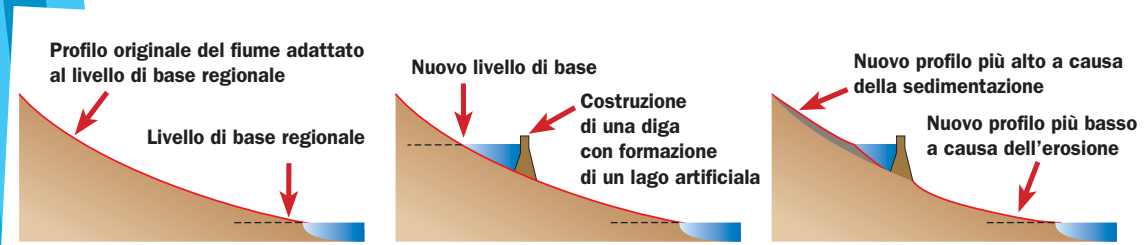
Un'ulteriore modalità di trasporto è rappresentata dal trasporto in massa e si verifica quando il materiale solido ha una concentrazione molto elevata (>del 50%) e insieme all'acqua e all'aria costituisce una massa unica che si muove ad alta velocità, con un grande potere distruttivo. Questo fenomeno di mobilitazione e trasporto lungo i torrenti prende il nome di colata detritica.

## 🔹 Alla ricerca di un equilibrio

Lungo i corsi d'acqua tendono a realizzarsi condizioni di equilibrio tra velocità dell'acqua, quantità e dimensione dei sedimenti trasportati e geometria del canale; condizioni ideali in base alle quali l'acqua non erode e non deposita, ma riesce a trasportare tutto il carico di sedimenti che entra nel canale. Il profilo longitudinale, o profilo altimetrico dalla sorgente alla foce, concavo verso l'alto, rappresenta uno stato di equilibrio dinamico e tende ad adattarsi al livello di base, cioè alla quota del recettore (lago o mare). Variazioni locali del livello di base alterano le condizioni di equilibrio eventualmente raggiunte: per esempio la realizzazione di una briglia lungo un torrente (vedi cap. 6) implica, a monte dell'opera, una diminuzione della pendenza e della velocità dell'acqua e, di conseguenza, la deposizione dei sedimenti trasportati; viceversa, un abbassamento del livello di base comporterà un aumento della pendenza, una maggiore velocità e una maggiore capacità erosiva che si propaga verso monte.



Un'erosione che si propaga da valle verso monte prende il nome di erosione regressiva



### Oscillazioni eustatiche

innalzamento o abbassamento a scala globale del livello marino

### Idrologia

scienza che si occupa delle acque superficiali

### Idrografia

descrive e studia i corsi d'acqua attraverso rilievi topografici, idrometrici e di portata

Sul lungo termine le variazioni del livello di base si possono ricondurre a cause di origine naturale: **oscillazioni eustatiche** del livello del mare, cambiamenti climatici, movimenti tettonici; le conseguenze di tali variazioni possono essere anche molto appariscenti come, ad esempio, la formazione dei terrazzi erosionali o dei conoidi di deiezione, sino ad arrivare alle deviazioni e catture fluviali. In tempi più brevi, invece, spesso è l'intervento dell'uomo che può modificare le condizioni di equilibrio, per esempio con la realizzazione di dighe o opere di sistemazione lungo i corsi d'acqua, di cui si parlerà nel capitolo 6. La realizzazione di qualunque tipo di opera deve sempre tenere conto delle caratteristiche del sistema fluviale nel suo complesso proprio perchè interventi locali modificano l'equilibrio nel tratto a monte ma soprattutto nel tratto a valle dell'opera.



# 3 L'ACQUA E IL PAESAGGIO

## L'evoluzione del paesaggio

La terra è in continua evoluzione e la superficie terrestre deve il proprio aspetto ad una combinazione, talora sincrona, di fattori che agiscono incessantemente:

- i processi endogeni
- i processi esogeni

I primi, correlati alla natura interna della terra, rivestono il ruolo di "costruttori" e si manifestano in superficie, generalmente come eruzioni vulcaniche, sollevamento di catene montuose, terremoti.

I processi esogeni invece, come dichiara il nome stesso, hanno origine all'esterno della terra e hanno il ruolo di "demolitori": la loro azione infatti causa la degradazione chimico-fisica delle rocce, l'erosione dei rilievi, il riempimento delle depressioni da parte dei materiali detritici e quindi l'attenuazione dei dislivelli.

L'evoluzione del paesaggio è dunque determinata dalla continua compensazione tra i fenomeni di sollevamento e quelli di erosione.

Maggiore è il dislivello tra fondovalle e linea di cresta, maggiore sarà l'efficacia e la velocità dell'erosione. In generale, se prevalgono le forze tettoniche che provocano il sollevamento, le quote dei rilievi aumentano, viceversa, se i movimenti tettonici diminuiscono di intensità, prevale l'erosione e i rilievi vengono smantellati

I processi esogeni sono essenzialmente determinati dagli agenti atmosferici: il vento, i cicli di gelo e disgelo e, in particolare alle nostre latitudini, l'acqua nelle sue diverse forme.

L'azione di modellamento, causata dallo scorrere delle acque superficiali, può essere osservata su tutta la superficie terrestre, anche dove l'acqua è attualmente scomparsa o è presente solo saltuariamente.

Le acque provenienti dalle precipitazioni atmosferiche,



I Ciciu del Villar - Villar San Costanzo (CN)



scorrendo da monte verso valle, erodono le rocce, trasportano e depositano una gran quantità di sedimenti, modificando profondamente l'aspetto della superficie terrestre e alimentano anche gli ecosistemi che necessitano di acqua.

Altrettanto incisiva, rispetto alle modificazioni del paesaggio, è l'alterazione chimica provocata dall'acqua sulle rocce; basti pensare alla dissoluzione dei calcari e al caratteristico paesaggio carsico. In superficie le doline e i campi carreggiati, nel sottosuolo le grotte, con i loro ampi saloni, le gallerie, i sifoni, i profondi pozzi testimoniano l'elevata capacità solvente dell'acqua.

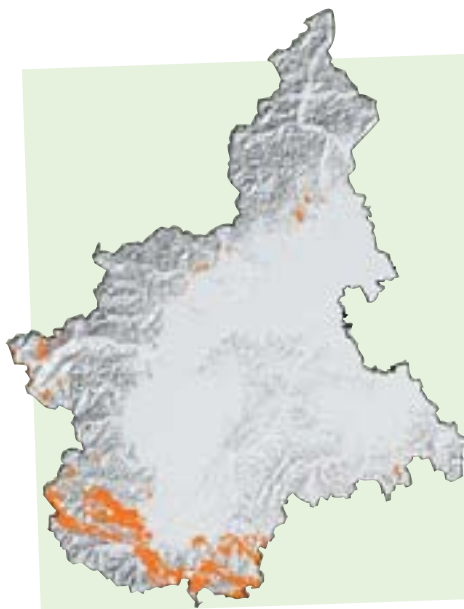
### DISSOLUZIONE DEI CALCARI

La calcite, ossia il carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$  minerale principale costituente i calcari), passa in soluzione in presenza di acqua ricca di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ). Un esempio è l'acqua piovana che si infiltra nel terreno e contiene sia la  $\text{CO}_2$  atmosferica sia quella assorbita dal suolo.



Campi carreggiati

La reazione chimica è  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca} + 2\text{HCO}_3$ : letta da sinistra verso destra rappresenta il processo di corrosione, da destra verso sinistra il concrezionamento (es. stalattiti - stalagmiti).



In Piemonte i fenomeni carsici sono distribuiti lungo tutto l'arco alpino, nelle formazioni carbonatiche evidenziate in figura, ma i più importanti e sviluppati sono localizzati nelle Alpi Liguri, in particolare nel massiccio del Marguareis, considerato una delle aree carsiche più importanti di Italia e d'Europa.

In questo ambito si sviluppano grotte profonde centinaia di metri, come il Complesso di Piaggiabella (- 950 m) e il Complesso delle Carsene (- 795 m).

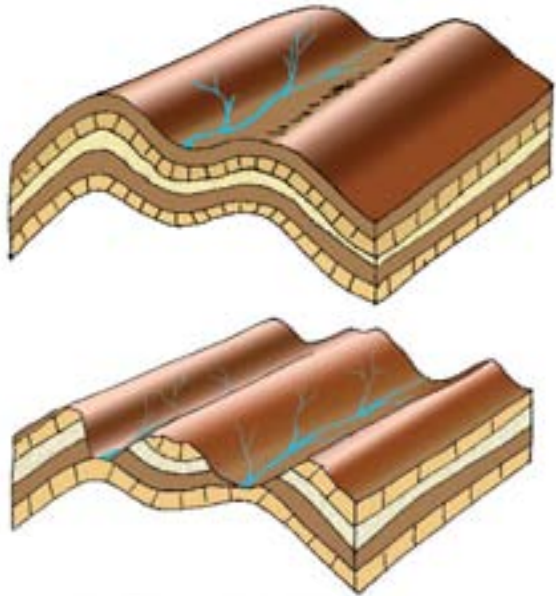


Sulla superficie della terra agisce costantemente anche un'altra importantissima forza: la gravità.

L'azione combinata dell'acqua, della forza di gravità e delle variazioni climatiche rappresenta il motore principale dei processi di modellamento naturale, o processi geomorfologici, continuamente attivi sul territorio, che si manifestano attraverso pulsazioni più o meno intense che modificano, progressivamente, la morfologia.

L'uomo però si accorge dei processi di modellamento soltanto quando interferiscono violentemente con le attività antropiche. In tale occasione questi processi vengono percepiti, unitamente agli effetti che producono, come dissesto. È d'uso comune, in questi casi, l'espressione dissesto idrogeologico

L'aspetto ultimo del paesaggio è intrinsecamente legato anche alla natura delle rocce e alle condizioni strutturali: nel corso delle orogenesi si producono pieghe e faglie che deformano profondamente le rocce lasciando la loro impronta sul paesaggio. Nello stadio iniziale delle deformazioni, le pieghe convesse verso l'alto, dette anticlinali, originano i rilievi, le forme convesse verso il basso, sinclinali, producono le depressioni. L'acqua scorre quindi lungo i fianchi delle anticlinali e si concentra lungo la direzione delle sinclinali. Con il progredire dell'erosione, l'acqua intacca sempre più la struttura e la diversa resistenza delle rocce diventa un fattore di controllo. Si possono così produrre valli anche in corrispondenza del nucleo di un'anticlinale, se costituito da rocce tenere, che vengono erose facilmente.



*"...È così quando cava e quando riempie,  
dove toglie e dove poni. Così senza alcuna requie  
sempre remove o consuma chi co' lei confina..."*

*Leonardo da Vinci*

Tra i processi idrogeologici, che più incisivamente contribuiscono al modellamento dei rilievi, sono comprese le frane. Nel caso in cui un versante si trovi in condizioni di instabilità, per esempio per motivi strutturali e litologici, l'azione della gravità rappresenta sicuramente il fattore preponderante nel portare al collasso la massa rocciosa, ma quasi sempre il fattore innescante è l'aumento, per ragioni diverse, della quantità di acqua presente sul versante.

A seguito di un movimento franoso, oltre al modellamento del rilievo, si verifica anche uno spostamento verso valle di materiali detritici che possono essere presi in carico dagli agenti di trasporto che agiscono su maggiori distanze: i fiumi, il vento, i ghiacciai.

100 mm di pioggia in un terreno già saturo possono risultare più destabilizzanti di 300 mm diluiti in un intervallo di tempo maggiore

## L'UOMO E LA NATURA



Un paesaggio fluviale in pianura

L'uomo tende generalmente a considerare un evento negativo l'evoluzione del paesaggio conseguente ai fenomeni naturali. Dopo ogni grande piena, ad esempio, si tende a riportare la morfologia dei luoghi alla situazione precedente l'evento, attraverso interventi di difesa e sistemazione.



**Paesaggio fluviale alpino, dopo il passaggio di una piena. Se lasciate libere di evolvere naturalmente, le parti dell'alveo, non più interessate dai deflussi, verranno ricolonizzate dalla vegetazione**

Se si opera in un tessuto fortemente urbanizzato non è possibile agire altrimenti, ma spesso si tende a seguire questi principi anche in situazioni naturali. Kant definirebbe sublime un paesaggio modellato da una piena, espressione della potenza della natura. Probabilmente l'incapacità di provare questo sentimento nei confronti della natura è dovuta alla propensione dell'uomo a porsi al di sopra di essa. Anche se periodicamente la natura ci ricorda quanto sia falsa la presunzione che abbiamo di essere in grado di controllarla.



**Tratto di fondovalle alpino sistemato dopo una piena attraverso la risagomatura dell'alveo, la posa di blocchi a difesa delle sponde e lo spianamento del tratto di fondovalle interessato dal passaggio della piena**

# 4 FIUMI E TORRENTI

## I torrenti

I torrenti sono corsi d'acqua a forte pendenza, con portate irregolari e piene rapide e improvvise.

La dinamica torrentizia è contraddistinta perlopiù da processi di erosione delle sponde e del fondo alveo e di trasporto che si sviluppano nella zona alta del bacino e lungo il canale di deflusso.

Allo sbocco nel fondovalle, a causa della diminuzione di pendenza, i torrenti depositano i sedimenti trasportati. La sovrapposizione di materiali derivanti da eventi di piena successivi dà origine ai conoidi alluvionali.

Un particolare processo che si può sviluppare lungo le aste torrentizie è rappresentato dalle colate detritiche che risultano molto pericolose perché imprevedibili e caratterizzate da velocità assai elevate (70 km/h).

*“Fiume è quello che possiede il sito della più bassa parte  
delle valli e corre continuamente.  
Torrente è quello che corre sol per le piogge; e ancor lui si riduce  
nelle bassezze delle valli e s'accompagna co' fiumi”  
Leonardo da Vinci*



Svizzera, Val Zavràgia, 1987 - Foto T. Venzin

Per approfondimenti, vedi il volumetto “Vivere la montagna”, all'indirizzo:  
[http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Pubblicazioni/volumetto\\_montagna\\_web.pdf](http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Pubblicazioni/volumetto_montagna_web.pdf)

## I fiumi

Sono corsi d'acqua perenni in cui durante tutto l'anno vi è presenza di acqua, sono contraddistinti da basse pendenze e velocità non elevate.

I processi legati ad un fiume di fondovalle o di pianura manifestano la loro attività in due ambienti distinti ma che costituiscono, insieme, il **sistema fluviale**: il letto del corso d'acqua e la piana alluvionale.

Il **letto** o alveo del fiume è quella porzione di territorio delimitata da sponde dove si esplicano i processi più importanti (erosione, trasporto, sedimentazione), sia in regime normale sia di piena ordinaria.

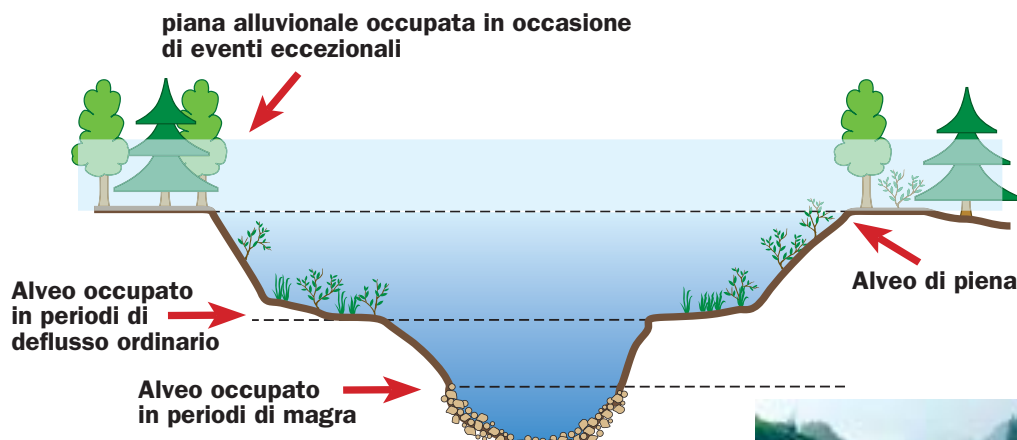
La **piana alluvionale**, morfologicamente distinta dall'alveo perché più elevata, viene interessata da fenomeni di alluvionamento solo durante le piene più importanti.

In quest'area, i processi legati al deflusso delle acque sono sovente condizionati dalla topografia delle forme fluviali relitte e dai numerosi interventi antropici realizzati.

Durante la maggior parte dell'anno, il letto ordinario non è occupato completamente dall'acqua; nei periodi in cui la portata è minima il fiume occupa il "letto di magra" che ha una sezione inferiore a quella ordinaria.

### Forma fluviale relitta

forma residua  
che testimonia condizioni  
morfologiche diverse  
da quelle attuali



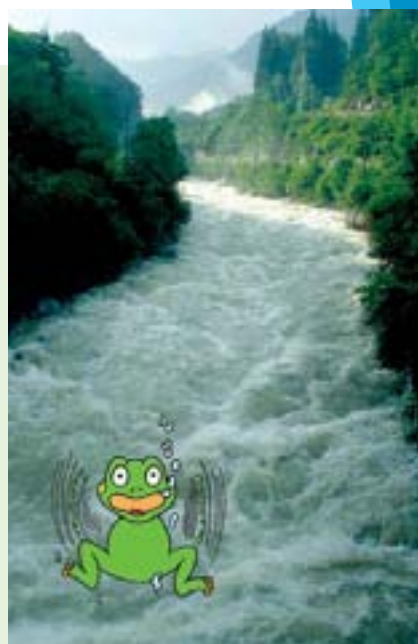
### PIENA

È una condizione di deflusso caratterizzata dal repentino e notevole innalzamento del livello idrico. Il livello o la portata, a partire dal quale viene considerato l'inizio dello stato di piena, è del tutto convenzionale.

Si parla di alluvione solo quando vengono allagati i terreni che si trovano su terrazzi, a quote più elevate, normalmente occupati da attività agricole o urbanizzate. Un'alluvione è sempre la conseguenza di eventi meteorologici eccezionali.

Gli eventi di pioggia definiti critici sono quelli particolarmente intensi oppure che si protraggono per un lungo periodo di tempo. Soprattutto in estate, quando le precipitazioni sono localizzate in zone di montagna, si possono avere piene improvvise a valle che si manifestano come veri e propri fronti o onde.

Non è raro che pescatori restino bloccati sulle isole fluviali o bagnanti siano sorpresi dal sopraggiungere dell'onda di piena con conseguenze anche gravi.



## Effetti principali di una piena



**Allagamento:** sommersione di terre causate dalla fuoriuscita di acqua con scorrimento lento



**Alluvionamento grossolano:** deposito fuori alveo di detriti grossolani da parte di un corso d'acqua



**Alluvionamento fine:** deposito fuori alveo di materiale fine da parte di un corso d'acqua



**Deposito di materiale flottante:** accumulo dei resti vegetali trasportati dalla corrente



**Disalveamento:** fuoriuscita delle acque dall'alveo con creazione di un nuovo letto o ramo del corso d'acqua



**Erosione di sponda:** asportazione, da parte della corrente, del materiale delle sponde



**Erosione di fondo:** asportazione, da parte della corrente, di materiale dal fondo alveo



**Erosione al piede del versante:** erosione laterale che avviene a spese della parte terminale di un versante con conseguente innescò di una frana



**Incisione di canale:** erosione lineare sulla piana alluvionale dovuta alla fuoriuscita concentrata di acqua corrente





## CHE COSA SUCCEDDE ALLA POPOLAZIONE VEGETALE E ANIMALE DOPO ALLUVIONI O SICCITÀ?

Variazioni drastiche nella portata dei fiumi rappresentano uno dei più frequenti fenomeni di disturbo dei sistemi fluviali. In particolare, le alluvioni hanno un profondo effetto di alterazione nella struttura e nella composizione della popolazione vegetale e animale con sconvolgimento dei cicli biologici e distruzione di molti microhabitat.

Durante le piene, gran parte della comunità viene trascinata verso valle, provocando una netta diminuzione nelle abbondanze degli organismi e nelle densità dei popolamenti.

Tuttavia, le comunità presentano spesso una notevole capacità di recupero, ritornando dopo un certo periodo a costituire popolamenti diversificati e strutturati. I tempi di recupero variano da mesi ad alcuni anni, a seconda della gravità dell'evento, dell'ampiezza dell'area coinvolta e della presenza dei colonizzatori precoci.

In particolare, è stato rilevato che i siti montani, situati in ambienti poco antropizzati e con caratteristiche morfo-idrologiche naturali, superano gli eventi critici con una maggior facilità rispetto ad ambienti compromessi e alterati, situati spesso in pianura.

Nelle aree interessate da interventi di artificializzazione e di regimazione, i tempi di recupero sono molto più lunghi. Nei casi estremi, in cui i fiumi sono ridotti a canali con sponde artificiali, l'inondazione può rappresentare per i macroinvertebrati un evento veramente catastrofico con perdita della maggior parte degli organismi residenti.

Al pari delle alluvioni, la siccità causa un notevole impatto sulle comunità biotiche che subiscono limitazioni per la progressiva riduzione dell'alveo bagnato, per le variazioni termiche e per alterazioni delle condizioni chimico-fisiche dell'acqua come, ad esempio, una diminuzione, della concentrazione di ossigeno. Alcune specie sembrano superare meglio il periodo di scarsità d'acqua per le loro caratteristiche intrinseche e, anche in questo caso, nei siti montani gli effetti sono meno evidenti.

Tratto da: A. Nicola, F. Bona, S. Fenoglio, A. Defilippi. Qualità biologica e chimica di alcuni corsi d'acqua della provincia di Torino: effetti di condizioni estreme di portata. Biologia Ambientale.



## La forma dei fiumi

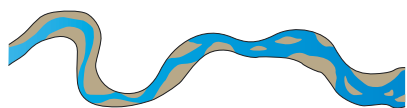
I luoghi preferenziali dell'esondazione, la distribuzione delle acque di allagamento e le superfici coinvolte dipendono dalla portata e dalla conformazione morfologica del corso d'acqua.

Esiste una varietà di forme fluviali (alveotipi) dovute a diversi fattori quali:

- la natura dei terreni attraversati dal corso d'acqua (roccia, sabbia, ghiaia o ciottoli)
- la pendenza del corso d'acqua
- fattori antropici

Uno stesso fiume può presentare lungo il proprio corso tratti che corrispondono a forme diverse. Di seguito vengono illustrati gli alveotipi principali presenti in Piemonte.

## Alveo pluricursale



Torrente Pellice a Bicherasco

Foto aerea concessione DPR 29-9-2000, n. 367

Si trova nei fondovalle sviluppati e nelle parti alte di estese pianure alluvionali.

Presenta due o più canali incisi che circondano isole per lo più ghiaiose o ricoperte di vegetazione.

Il letto del fiume è delimitato da sponde basse facilmente erodibili. L'acqua scorre in due o più canali principali con percorso sinuoso, aggirando ampi banchi di materiale ghiaioso spesso con presenza di vegetazione (isole e **barre**).

Questi alvei sono caratterizzati da elevate pendenze, alte portate e ampia disponibilità di sedimenti che permettono il trasporto di grandi quantità di materiali grossolani soprattutto di tipo ghiaioso-sabbioso. Il trasporto del materiale avviene sul fondo e/o in sospensione.

Sono caratterizzati, inoltre, da ampi e frequenti spostamenti sia delle barre sia dei canali. I terreni a lato dell'alveo, sulla piana fluviale, mostrano solchi sinuosi che corrispondono

**Barra**  
deposito di materiale  
(sabbia o ghiaia)  
di forma allungata  
nell'alveo di un corso  
d'acqua

no a un sistema di antichi canali.

Durante le piene più gravose, questi alvei possono essere riattivati causando allagamenti anche in aree molto distanti dal corso d'acqua.

## Alveo unicursale

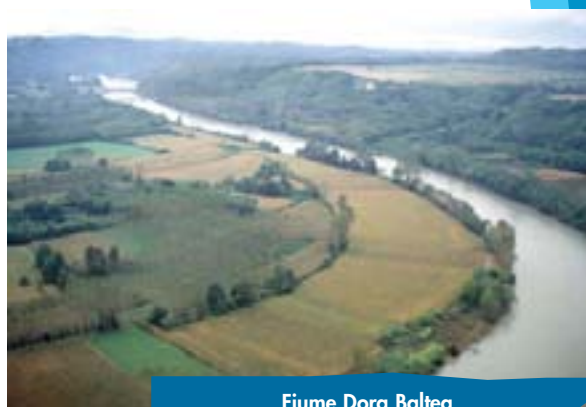
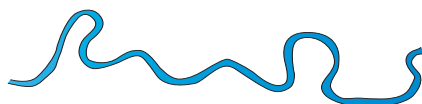
È caratteristico soprattutto della bassa pianura dove le pendenze sono minori e i sedimenti più fini (sabbia), oppure lungo le valli dove i fianchi vallivi seguono la sinuosità del canale e l'alveo è in roccia.

Il corso d'acqua scorre in un unico canale delimitato da alte sponde, con andamento rettilineo, sinuoso o meandriforme.

L'alveo meandriforme riflette il modo in cui un fiume minimizza la resistenza allo scorrere e dissipa energia nel modo più uniforme possibile.

La pianura sovrastante, è caratterizzata da vecchie forme fluviali costituite da lanche abbandonate o da depressioni nel terreno.

Durante gli eventi di piena, l'acqua si espande su vaste superfici non essendovi alcun terrazzo a contenimento. Ormai la maggior parte dei fiumi unicursali presenta arginature. Si possono comunque verificare dei danni per piene eccezionali in cui l'acqua sormonta o sfonda gli argini.



Fiume Dora Baltea

## I MEANDRI

### Lanca

caratteristico stagno di forma lunata, derivante dalla disattivazione di un meandro. La formazione delle lanche è di particolare importanza per il mantenimento di aree umide e poco antropizzate nelle pianure e assicura la biodiversità

I meandri sono ampie anse che caratterizzano i corsi d'acqua nelle zone di pianura.

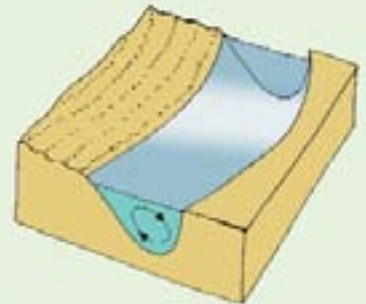
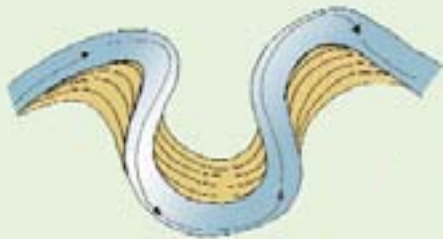
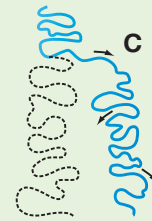
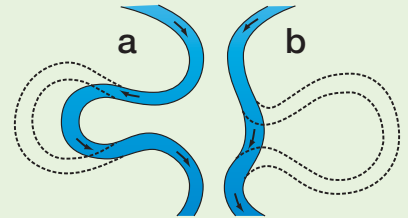
Lungo il meandro, a causa della curvatura, la velocità dell'acqua è maggiore sul bordo esterno del meandro, dove si manifesta prevalentemente l'erosione, mentre in quello interno la deposizione.

Erosione e sedimentazione portano a una migrazione verso valle dei meandri. Contemporaneamente questi si ingrandiscono e si avvicinano.

Durante eventi estremi il tracciato può subire modificazioni repentine e importanti con l'attivazione di un nuovo percorso o la rettificazione di un meandro (salto del meandro). La forte erosione che segue raccorda i meandri contigui in un unico alveo quasi rettilineo e la parte del vecchio alveo abbandonata diventa una **lanca**.



Fiume Po nei pressi di Valenza  
Foto aerea concessione DPR 29-9-2000, n. 367



## Alveo di transizione da pluricursale a unicursale

Quando le portate diminuiscono, o i processi erosivi eccedono i processi sedimentari, si verifica una diminuzione nell'ampiezza degli alvei e l'incisione del canale.

Attualmente, tutti i corsi d'acqua della pianura piemontese sono in fase di approfondimento e i loro alvei in una fase di transizione: da alvei pluricursali ad alvei monocursali più o meno sinuosi.

Una significativa riduzione nelle ampiezze degli alvei piemontesi si è registrata tra la metà del XIX secolo e la metà del XX ma, a partire dagli anni '60 del XX secolo, si è verificata un'ulteriore spinta alla canalizzazione degli alvei pluricursali, per interventi sul contenimento dei deflussi e per l'asportazione di sedimenti in alveo.



La dinamica di un corso d'acqua è controllata da fattori naturali, in particolare climatici e geologici, e da fattori antropici.

I primi condizionano la dinamica fluviale principalmente su scala temporale di medio e lungo termine (nell'ordine di centinaia–milioni di anni) mentre quelli antropici incidono essenzialmente sul breve periodo (nell'ordine di decine di anni).

## Effetti della canalizzazione

La crescente necessità di proteggere le aree limitrofe ai corsi d'acqua, utilizzate per fini agricoli o per l'edificazione di nuovi insediamenti urbani, ha portato alla realizzazione di argini e difese spondali che hanno ristretto l'area di divagazione dei corsi d'acqua, trasformandoli in veri e propri canali.

L'effetto di tali interventi si è tradotto in una riduzione dei percorsi fluviali e dei tempi di percorrenza e quindi in un aumento dell'energia e della portata, per l'impossibilità delle acque di espandersi sulla piana fluviale con effetto di laminazione della piena.

Le conseguenze sono:

- un aumento dei danni alle opere di attraversamento e alle opere di protezione in alveo, per l'innescarsi di fenomeni erosivi sulle sponde e sul fondo
- modificazioni nella propagazione delle onde di piena, con possibile aumento del rischio idraulico in alcuni tratti del sistema fluviale
- incisione del fondo alveo dei corsi d'acqua e conseguente abbassamento della falda freatica
- modificazione ecosistemi



Cedimento della pila di un ponte a causa dell'erosione di fondo

## Deviazioni fluviali

L'ambiente fluviale è stato da sempre il più mutevole tanto che, anche a scala umana, è possibile percepire i cambiamenti del paesaggio causati dai corsi d'acqua.

Nei tempi antichi, queste modificazioni erano più consistenti perché non controllate dall'uomo che, negli ultimi secoli, ha fissato dei limiti all'espansione fluviale mediante interventi di regimazione.

In Piemonte, le deviazioni di percorsi fluviali avvenute in epoche passate sono numerose, dovute soprattutto a movimenti tettonici e a cambiamenti climatici. Di seguito si ricordano le più significative.

## Il fiume Po

Durante gli ultimi 1,8 milioni di anni il fiume ha cambiato percorso diverse volte: verso la fine del Pleistocene inferiore (circa 800.000 anni fa) si è spostato a sud della collina di Torino, a causa del continuo innalzamento della collina torinese e della presenza dei depositi del ghiacciaio della Valle di Susa che ne impedivano il passaggio verso nord; circa 40.000 anni fa, movimenti tettonici in senso opposto causarono un richiamo dei deflussi a nord, il Po erose i depositi legati all'azione del ghiacciaio ormai in ritiro all'altezza di Moncalieri e il fiume occupò l'attuale posizione.

## Il reticolo idrografico a sud del Piemonte

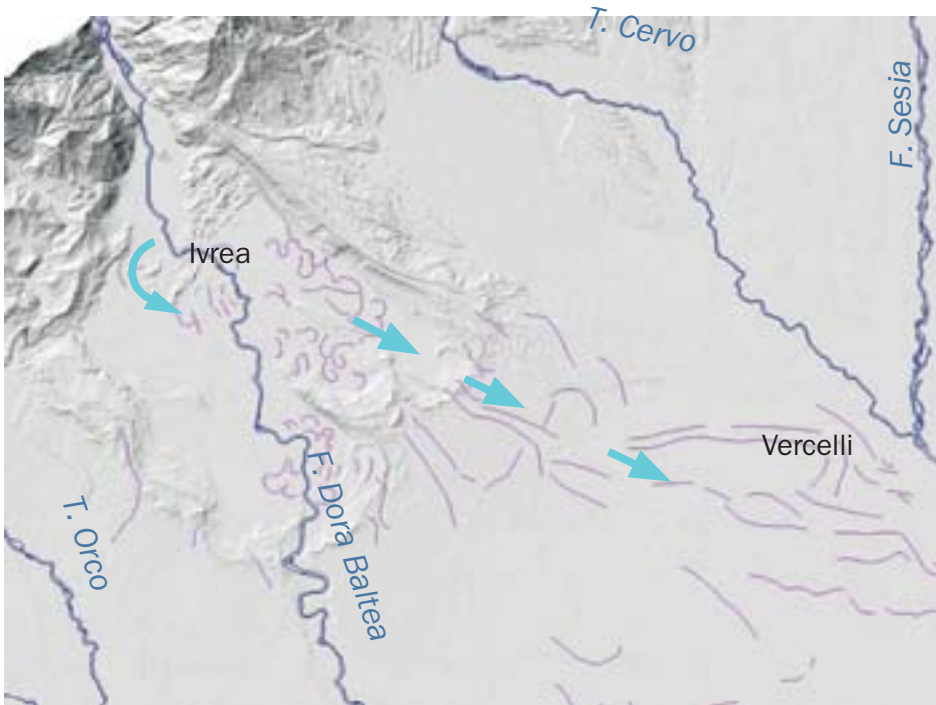
I principali corsi d'acqua del Piemonte meridionale (Fiume Tanaro, Belbo, Bormida di Millesimo e di Spigno) durante il Pleistocene medio-superiore (da 100.000 a circa 10.000 anni fa) subirono processi di erosione regressiva che ne modificarono i decorsi. Fino ad allora i corsi d'acqua scorrevano verso nord-ovest confluendo nel Po tra Cuneo e Torino; con il sollevamento della catena, soprattutto in corrispondenza delle Alpi Cozie e dell'area della collina torinese, e l'abbassamento della pianura "alessandrina", aumentò il potere erosivo dei piccoli corsi d'acqua circostanti la piana di Alessandria i cui spartiacque retrocessero sempre più verso ovest sino all'invasione e alla cattura dei bacini idrografici meridionali. Le acque dei fiumi, abbandonarono i vecchi percorsi ruotando verso nord-est ed andarono ad occupare e ad incidere i piccoli bacini "ospite".



## La Dora Baltea

Circa 15.000 anni fa, con l'instaurarsi di un clima più mite, il ghiacciaio della Valle d'Aosta, iniziò ad arretrare. Ancora visibili sul territorio sono i segni dei numerosi **scaricatori glaciali**, alimentati dalle acque di fusione, che percorrevano la pianura in zone anche molto distanti dal corso attuale del fiume. Uno di questi si trova a monte di Ivrea e fu riattivato durante le alluvioni del 1993, 1994 e 2000, un altro più antico giungeva sino a Vercelli, passando da Santhià.

**Scaricatore glaciale**  
torrente che ha origine  
dallo scioglimento  
delle acque di un ghiacciaio



Antichi tracciati fluviali, ancora riconoscibili dalla distribuzione della granulometria del sottosuolo, sono determinanti per la direzione e la velocità delle falde acquifere attuali: i vecchi alvei, costituiti da granulometrie grossolane, sono zone di più facile scorrimento a causa della loro permeabilità e talvolta condizionano l'andamento della falda più che la rete idrografica.

Fa acqua  
da tutte  
le parti

# 5 EVENTI ALLUVIONALI

## 🚰 L'urbanizzazione e le piene

Il Piemonte ha una popolazione di circa cinque milioni di abitanti distribuita in 1206 comuni, di questi più della metà non supera i mille residenti.

In un contesto amministrativo locale così disperso diventa quanto mai difficile una gestione del territorio rispettosa sia delle caratteristiche fisico ambientali sia delle esigenze di sviluppo socio economico. Questa difficoltà è particolarmente grave quando si tratta di predisporre sistemi di difesa dalle piene dei corsi d'acqua. Spesso i fiumi non solo attraversano realtà amministrative differenti, ma condizionano con l'andamento delle loro piene anche il comportamento dei corsi d'acqua che le ricevono.

La frammentazione degli interventi finalizzati a richieste di difesa locali possono innescare situazioni di rischio in altre zone.

Analizzando tutte le informazioni sugli effetti e sui danni indotti dagli eventi naturali, contenute nella Banca Dati Geologica di Arpa Piemonte, emerge che, **tra il 1900 e il 2000**, sul territorio piemontese si è verificato **un evento calamitoso in media ogni 2,4 mesi**. Questo valore è il risultato dell'analisi di tutte le informazioni, indipendentemente dall'intensità dei danni e dall'incidenza, rappresentato come ampiezza delle aree coinvolte nei fenomeni. Se invece si analizzano le informazioni in funzione della gravità dei danni, nel periodo considerato la media degli intervalli di tempo tra eventi successivi che hanno causato danni strutturali ad edifici o infrastrutture è di 3,6 mesi.



La foto mostra le inondazioni causate dalle piene del Po e dell'Orco a Chivasso, nell'ottobre 2000.

Verso la metà del XIX secolo una piena analoga a questa come portata e come dinamica dei deflussi probabilmente non avrebbe neppure sfiorato l'edificato

Foto aerea concessione DPR 29-9-2000, n. 367

La percezione del rischio legato alle piene dei corsi d'acqua è fortemente condizionata dalla presenza umana, più che dall'effettiva intensità dei processi. Gli effetti delle piene possono passare completamente inosservate in aree in cui la presenza dell'uomo è scarsa o assente oppure possono essere percepite come un grave pericolo, in aree a forte presenza umana.

L'**area metropolitana di Torino** rappresenta un settore in cui lo sviluppo urbanistico è stato nei secoli molto spinto, in una zona caratterizzata dalla presenza di numerosi corsi d'acqua (Sangone, Dora Riparia, Stura di Lanzo, Malone, Orco).



L'inesorabile occupazione degli spazi fluviali da parte dell'uomo è ben rappresentata dall'area metropolitana torinese, ripresa da Superga nel 2005 (in basso) messa a confronto con lo sviluppo che la città aveva nel 1706 (copia di L. e A. Rigorini dell'opera di I. Parrocel "La battaglia di Torino del 7 settembre 1706", Museo Nazionale del Risorgimento, foto F. Gallino).

Vs Monviso; V Castello del Valentino; C Monte dei Cappuccini; M Piazza Castello, R Castello di Rivoli



## Gli eventi alluvionali in Piemonte

Il Piemonte è una regione che da sempre ha dovuto fare i conti con le dinamiche naturali del proprio territorio, affrontando periodicamente situazioni di emergenza locali o diffuse.

Le aree soggette alla dinamica dei corsi d'acqua sono significative in questa regione, in cui si concentrano alcuni principali affluenti del fiume Po. La figura mostra le aree potenzialmente interessate da eventi di piena in Piemonte. Si osservi come molti capoluoghi di provincia siano in aree coinvolte negli ultimi anni da eventi di piena o in aree inondabili.



*Noi viviamo in mezzo alla natura,  
e tuttavia le siamo estranei. Essa parla ininterrottamente con noi,  
e non tradisce il suo segreto. Noi agiamo costantemente su di lei,  
e non abbiamo su di lei nessun potere.*  
Goethe

I fenomeni di instabilità verificatisi nel XX secolo hanno interessato, in generale, aree differenti:

- nel **periodo primaverile**, sono stati particolarmente colpiti i bacini alpini occidentali (in particolare i bacini compresi tra Stura di Lanzo-Stura di Demonte)
- nel **periodo tardo estivo**, i bacini alpini settentrionali orientali e centrali (Toce-Stura di Lanzo)
- nel **periodo autunnale** i fenomeni sono più frequenti e interessano tutti i bacini con due "epicentri". Il primo è collocato nei bacini nord orientali (Sesia-Stura di Lanzo); un secondo epicentro si colloca nei bacini collinari affluenti del Tanaro. In questa stagione si sono registrati anche gli eventi principali per i bacini degli affluenti appenninici del fiume Po (Scriveria-Curone).
- nel **periodo invernale** hanno interessato soprattutto il bacino del Tanaro e i suoi affluenti (Borbore, Belbo e Bormida), con prevalenza di movimenti gravitativi.



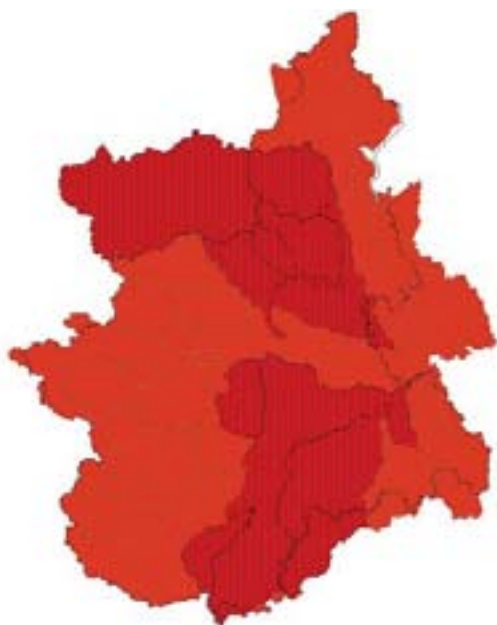
Un'eccezione può essere considerato l'**evento del 2000** che si è verificato in ottobre ma con caratteristiche e distribuzione delle piene più simile a quella dei fenomeni tardo estivi, con coinvolgimento dell'intero arco nord occidentale.



**Primavera**



**Estate**



**Autunno**



**Inverno**

Dall'analisi dei dati storici presenti nell'archivio di Arpa Piemonte si è riscontrata una suddivisione dei bacini colpiti in modo grave da eventi alluvionali secondo la stagionalità. Nelle mappe sono stati riportati in rosso e comprendono anche le porzioni di bacino idrografico esterne al territorio regionale.

# 6 PREVENZIONE E PIANIFICAZIONE

## Prevenzione del rischio e governo del territorio

Le azioni messe in atto per prevenire o ridurre gli effetti negativi per l'uomo e per l'ambiente causati dai processi naturali si possono raggruppare in tre categorie:

- Predisposizione di interventi "non strutturali", che riducono il rischio senza influire sul processo, ma individuano norme e vincoli all'uso del territorio: **pianificazione**
- Progettazione e realizzazione di interventi "strutturali", che influenzano l'evoluzione del processo: **opere di sistemazione**
- Gestione di attività che riducono il rischio residuo. Data la complessità dei processi naturali o la diffusa presenza dell'uomo sul territorio, spesso gli strumenti di pianificazione e le opere di sistemazione non sono in grado di mitigare in modo sufficiente il rischio, si rende quindi necessaria un'ulteriore serie di azioni non strutturali: **allertamento e interventi di protezione civile**

La pianificazione, così come la progettazione delle opere di sistemazione e la gestione del rischio residuo richiedono l'effettuazione di studi specifici di carattere meteorologico, storico, geologico-tecnico, idraulico, vegetazionale.

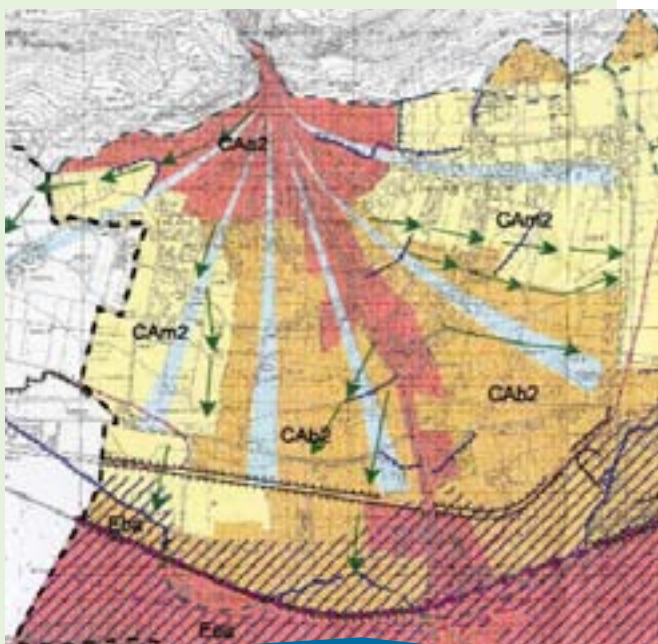
### UN ESEMPIO DI ANALISI DEL RETICOLO IDROGRAFICO

La ricostruzione degli eventi alluvionali che hanno coinvolto un territorio nel passato, lo studio delle caratteristiche geologiche, morfologiche e vegetazionali del corso d'acqua e dei settori di valle limitrofi alle sponde, nonché gli studi idraulici sono alcuni degli strumenti utilizzati per individuare le "zone di pertinenza fluviale", che possono essere soggette a inondazioni da parte dei corsi d'acqua di fondovalle ed anche interessate dalla riattivazione di vecchi rami del corso d'acqua o dalla formazione di nuovi canali di deflusso naturali.

Nello studio di dettaglio dei corsi d'acqua minori vengono valutate anche alcune caratteristiche morfometriche dei bacini quali la loro estensione areale, la pendenza delle aste torrentizie, e la presenza di depositi detritici e accumuli di frana, che possono accrescere notevolmente il trasporto solido e quindi la pericolosità del torrente in occasione di piene.

Al raccordo tra il versante e il fondovalle, nell'ambito dei conoidi alluvionali, si rilevano inoltre le caratteristiche del settore di apice, la presenza di possibili vie di deflusso fuori alveo, tracce di depositi riconducibili a precedenti eventi (blocchi singoli o accumulati in cordoni).

Sulla base dei dati rilevati, vengono poi applicati modelli matematici che forniscono simulazioni di piene e scenari di rischio, necessari per la pianificazione del territorio e per il corretto dimensionamento delle opere di sistemazione.



Attraverso simbologie convenzionali la "Carta geomorfologica" rappresenta sinteticamente le forme del territorio

## La pianificazione

La pianificazione consiste nella redazione di specifici strumenti che contengono valutazioni sull'ideoneità all'utilizzazione urbanistica del territorio, vincoli all'uso del suolo e indicazioni per la realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio. Dal punto di vista della pericolosità naturale, il territorio viene classificato in aree omogenee, rappresentate con differenti colori su carte di sintesi.

Gli strumenti di pianificazione territoriale che analizzano il quadro del dissesto ed introducono azioni di prevenzione del rischio geologico ed idrogeologico sono molteplici, distinti per ambiti territoriali di applicazione e differenti livelli di dettaglio. Tra i più importanti:

- **PAI** – Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico
- **PTR** – Piano Territoriale Regionale
- **PTCP** – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
- **PRGC** – Piano Regolatore Generale Comunale

Il **PAI**, redatto dall'**Autorità di Bacino**, rappresenta lo strumento che unifica la pianificazione per l'assetto idrogeologico a scala di bacino e comprende un quadro conoscitivo dei dissesti sia lungo i corsi d'acqua principali e secondari, sia lungo i versanti (frane e valanghe).

I contenuti del Piano si articolano in:

- interventi e misure non strutturali (norme di uso del suolo e regole di comportamento)
- interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti

Il PAI vede la propria attuazione nei Piani redatti dalle Amministrazioni locali (Piani territoriali, PRGC) che, attraverso verifiche di compatibilità, ne realizzano un aggiornamento continuo.

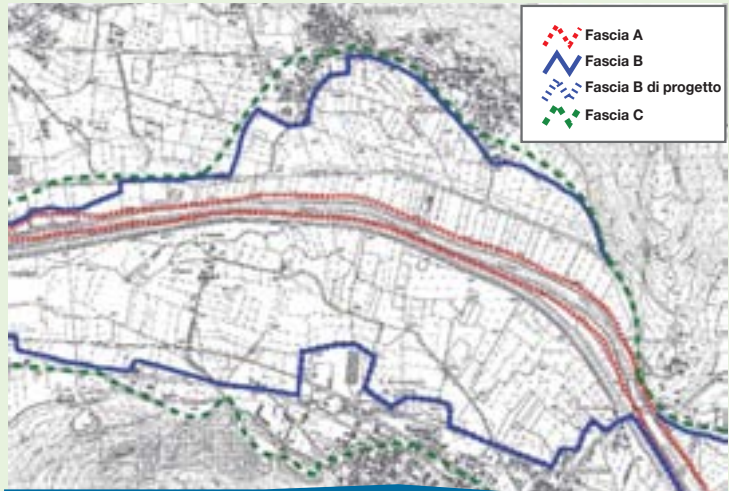
### Autorità di bacino del fiume Po

organismo misto, costituito da Stato e Regioni, con sede a Parma. È attiva dal 1990 ed è luogo di intesa unitaria e sinergia operativa fra tutti gli organi istituzionali interessati alla salvaguardia e allo sviluppo del bacino padano, caratterizzato da complesse problematiche ambientali

## PSFF - PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI

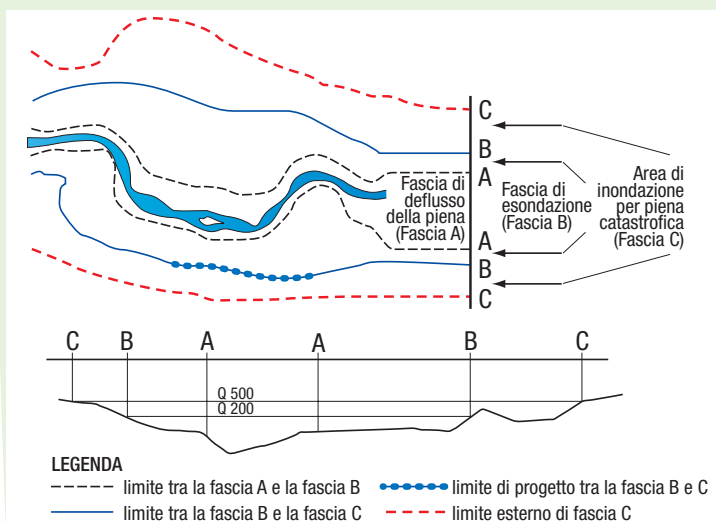
L'Autorità di Bacino del Fiume Po, attraverso il PSFF, integrato nel PAI, ha individuato e rappresentato su apposite cartografie, lungo buona parte del reticolo idrografico principale del bacino del fiume Po, tre diverse "fasce fluviali" A, B, C, di pericolosità rispettivamente decrescente allontanandosi dal corso d'acqua.

- **Fascia A** "Fascia di deflusso della piena"
- **Fascia B** "Fascia di esondazione"
- **Fascia C** "Area di inondazione per piena catastrofica"



Stralcio cartografico tratto dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali T. Dora

Le Norme di Attuazione del Piano prevedono vincoli all'uso del territorio compreso tra le fasce e interventi di mitigazione al fine di garantire un livello di sicurezza adeguato alle popolazioni, ma anche con l'obiettivo di valorizzare e difendere questi ambiti naturali cercando ad esempio di "...favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume..." o "...la conservazione e il miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali".



Schema esplicativo per la delimitazione delle fasce, in pianta ed in sezione

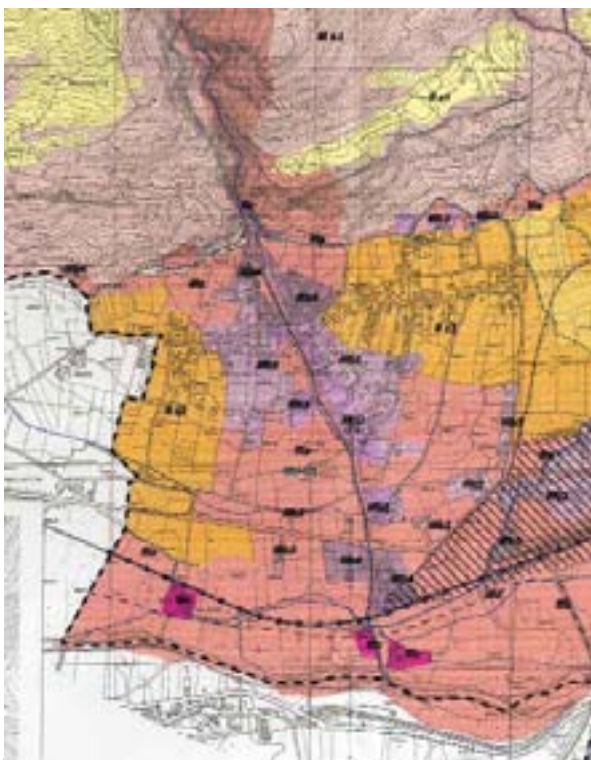
Il **PTR** individua e norma i caratteri socio-economici ed i caratteri territoriali e paesistici e definisce gli indirizzi di governo per le trasformazioni dell'attuale sistema regionale.

Il **PTCP** è lo strumento di coordinamento e di pianificazione che definisce l'assetto del territorio con riferimento agli interessi sovracomunali.

Il **PRGC**, redatto dall'Amministrazione comunale, è lo strumento che regola l'attività edificatoria in un territorio comunale e contiene indicazioni sul possibile utilizzo o tutela delle porzioni del territorio cui si riferisce, anche in relazione agli aspetti di dissesto idrogeologico.

Il quadro del dissesto contenuto nel PAI viene recepito dai Comuni nell'ambito dei PRGC e può essere aggiornato e modificato, previa approvazione, attraverso l'elaborazione di studi geologici e idraulici di dettaglio realizzati da professionisti incaricati dal Comune e redatti conformemente ai criteri regionali in vigore.

Gli elementi rilevati nello studio geologico sono riportati su cartografie tematiche di dettaglio, che vengono poi compendiate in carte "semaforiche" della pericolosità. Agli ambiti così perimetrati vengono attribuite specifiche regole d'uso che impediscono l'edificazione nelle aree più pericolose (Classe IIIa) o, se già edificate, ne condizionano l'uso alla preventiva messa in sicurezza attraverso opere di protezione (Classi IIIb2-3-4). Per le aree a pericolosità meno elevata, le norme di piano possono imporre specifiche regole costruttive per gli edifici in progetto (Classe II). Alla Classe I, infine, vengono attribuiti gli ambiti privi di pericoli.



Aree rosse Classe IIIa; aree arancio Classi IIIb2-3-4; aree gialle Classe II; aree verdi Classe I

## STRUMENTI URBANISTICI

Insieme di piani, programmi, regolamenti, normative, che, applicati su un territorio, regolano le trasformazioni edilizie e urbanistiche dei privati e degli enti pubblici

In Piemonte, a seguito del grave evento alluvionale del novembre 1994, è stata emanata una Circolare del Presidente della Giunta Regionale, nota come Circolare 7/LAP del maggio 1996, con la quale vengono definiti gli elaborati geologici da redigere a supporto degli strumenti urbanistici quali i PRGC

## Le opere di sistemazione dei corsi d'acqua

I danni connessi alla dinamica dei corsi d'acqua possono essere causati sia dall'erosione delle sponde o del fondo alveo, con conseguente trasporto e deposizione del materiale preso in carico dalla corrente, sia da processi di inondazione.

La riduzione del rischio legato ai processi erosivi e di trasporto si consegue perlopiù attraverso la progettazione e la realizzazione di opere di difesa dall'erosione e di controllo del trasporto solido.

Nel tratto **montano o medio-valivo** di un corso d'acqua le opere di sistemazione idraulica, finalizzate a proteggere e stabilizzare l'alveo comprendono:

- opere di **difesa spondale** (scogliere, gabbionate, difese in massi vincolati),
- interventi di **stabilizzazione e regolazione del fondo** (briglie di consolidamento, soglie, sistema *step-pool*),
- opere di **trattenuta del materiale solido trasportato**, in particolare quello più grossolano (briglie di trattenuta e selettive. Per le briglie selettive è estremamente importante la manutenzione),
- **rivestimenti dell'alveo**.



Oulx difese spondali sotto la rocca - scogliere con talee



Sistemazione torrente alpino con soglie *step-pool*



Briglia a pettine colma - Piccola Dora, Cesana Torinese



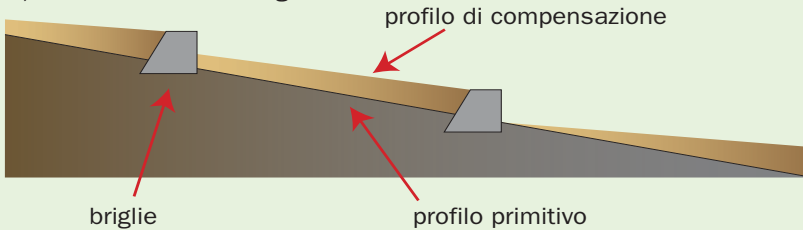
Alveo rivestito e briglia selettiva - canale del Torrente Bertogna, Omegna

## DISTINZIONE FRA BRIGLIE DI CONSOLIDAMENTO E SOGLIE

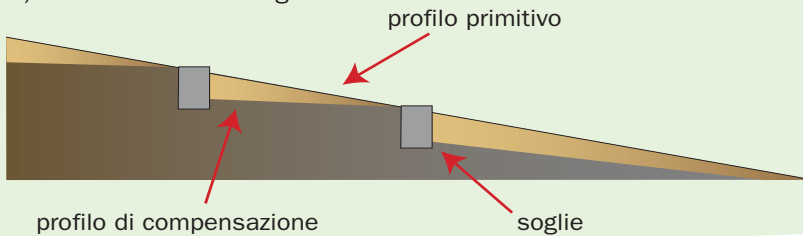
Per correggere il profilo longitudinale di un torrente, in modo da ridurre la pendenza e far raggiungere all'alveo una situazione di equilibrio con maggiore rapidità rispetto a quanto avverrebbe naturalmente, si possono adottare due tipologie di opere di sistemazione a gradinata. Le briglie, opere trasversali al torrente che sporgono dall'alveo nel quale sono fondate, consentono di raggiungere una pendenza di equilibrio col progressivo deposito del materiale trasportato dalla corrente a monte dell'opera.

Le soglie, anch'esse opere trasversali al torrente ma che sporgono in maniera ridotta dall'alveo, vengono costruite per fissare la quota del fondo alveo in corrispondenza del tratto in cui sono realizzate e per ridurre la pendenza originale dell'asta attraverso l'erosione del materiale a valle della soglia stessa.

a) Sistemazione con briglie



b) Sistemazione con soglie



Nel **tratto di pianura** possono essere realizzati:

- opere di **difesa spondale**
- **pennelli** (strutture trasversali e interne al corso d'acqua finalizzate ad allontanare la corrente dalle sponde, stabilizzare la morfologia fluviale, evitare divagazioni e rendere stabili le zone di confluenza dei corsi d'acqua)
- **soglie**, per diminuire la velocità della corrente



Argini su torrente Claretto, Novalasa



Sistemazione alveo con massi ciclopici



La **riduzione del rischio causato da inondazione** può essere ottenuta:

- **migliorando le condizioni di deflusso**. A tal fine vengono realizzate opere di manutenzione (rimozione ostacoli, quali barre sabbiose o massi e pulizia dalla vegetazione) o opere strutturali che comportano la regolarizzazione dell'alveo (rivestimenti delle sponde, pavimentazioni del fondo o canalizzazioni dell'alveo)
- **aumentando la sezione di deflusso** (allargamento dell'alveo, approfondimento del fondo) o elevando l'altezza delle sponde (**argini**)
- **riducendo la portata defluibile** in una determinata sezione (canali scolmatori) o "laminando" la portata stessa (ovvero riducendone il valore di picco) mediante la creazione di invasi a monte dei tratti da difendere (bacini e casse di espansione).

**Argini**  
rilevati artificiali  
con funzione di tenuta  
dell'acqua di piena  
all'interno dell'alveo  
o delle aree predisposte  
alla laminazione  
della portata

Le opere di difesa e di sistemazione contrastano i naturali processi di evoluzione di un corso d'acqua; pertanto dovrebbero essere previste soltanto laddove sia necessario difendere insediamenti e attività già esistenti e che non sia possibile rilocalizzare; mentre è estremamente importante che nei restanti tratti dell'asta non impediscano i naturali processi di evoluzione del corso d'acqua.

I corsi d'acqua sono sistemi "vivi", in evoluzione che si modificano a causa delle variazioni naturali e antropiche cui vengono sottoposti

## **Ingegneria naturalistica**

Tutte le opere di sistemazione idraulica possono essere spesso realizzate con la tecnica dell'ingegneria naturalistica.

Gli interventi di regimazione idraulica dei corpi idrici superficiali possono prevedere l'utilizzo, come materiali da costruzione, di piante viventi o di parti di piante, spesso in unione con materiali non viventi come pietrame, terra, legname, acciaio. In tal caso la gestione del territorio si attua nel rispetto della compatibilità ambientale, salvaguardando gli ecosistemi e aumentando la biodiversità territoriale.



**Sostanza ammendante**  
sostanza, naturale  
o sintetica, minerale  
od organica, capace  
di modificare e migliorare  
le proprietà e le caratteristiche  
chimiche, fisiche, biologiche  
e meccaniche di un terreno.

Nella realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica oltre al materiale vegetativo vivo possono venire utilizzati materiali organici inerti quali legname, biostuoie o bioreti (di juta, fibra di cocco o di altri vegetali), paglia o fieno, compost e concimi organici; materiali di sintesi quali griglie, reti o tessuti di materiale sintetico, fertilizzanti chimici, collanti chimici, **sostanze ammendanti** per il terreno e altri materiali quali pietrame, strutture prefabbricate di cemento, ferro e acciaio (putrelle, reti metalliche ecc.). I campi di applicazione di questa disciplina sono vari e spaziano dai problemi di erosione dei versanti, delle frane, delle sistemazioni idrauliche, a

quelli del reinserimento ambientale delle infrastrutture viarie (scarpate stradali e ferroviarie) delle cave e discariche, delle sponde dei corsi d'acqua, ecc.

Nel caso di palificate, palizzate, graticciate, viminate, fascinate, ecc. si usa il legno per costruire le strutture in cui vengono inserite le piante per il loro radicamento. In queste opere il legno ha una funzione ausiliaria in quanto col tempo verrà degradato e il siste-

gno dell'opera sarà espletata unicamente dagli apparati radicali della biocenosi vegetale che è venuta ad instaurarsi. In altre tecniche quali: gabbionate, scogliere di massi ciclopici, briglie in legname e pietrame, ecc. le piante non hanno più totalmente la funzione costruttiva ma svolgono maggiormente le funzioni naturalistiche ed estetico-paesaggistiche.

L'ingegneria naturalistica non può sempre sostituirsi a quella classica. Per evitare un uso non idoneo bisogna valutare bene i limiti delle possibilità biotecnologiche.

In ambito fluviale, per ottenere adeguati risultati gli interventi di

ingegneria naturalistica devono anche contemplare azioni volte a massimizzare la diversità morfologica del tracciato quali la diminuzione della monotonia dei tratti canalizzati, il recupero delle golene, la creazione di casse d'espansione, interventi di rinaturalizzazione a lato dei corsi d'acqua; provvedimenti ad uso faunistico, (rampe di risalita per ittiofauna, stagni di riproduzione per anfibi, ecc.).



Briglie e difese spondali in ingegneria naturalistica sul Rio Gran Cote, Cesana Torinese

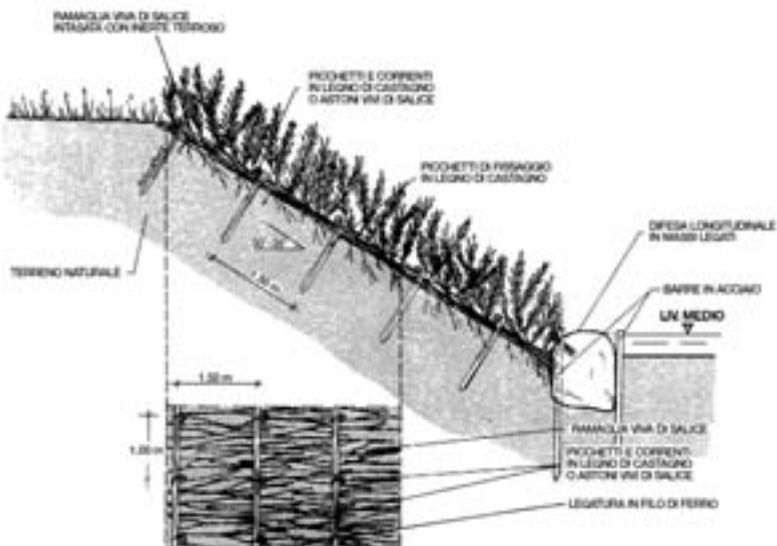
## 🔹 Esempi di realizzazioni di opere di ingegneria naturalistica in ambito fluviale

### Interventi anti erosivi

- Inerbimenti

### Interventi stabilizzanti

- **Viminata** viva spondale
- **Fascinata** viva spondale
- **Copertura diffusa**
- **Ribalta**
- **Grata viva**



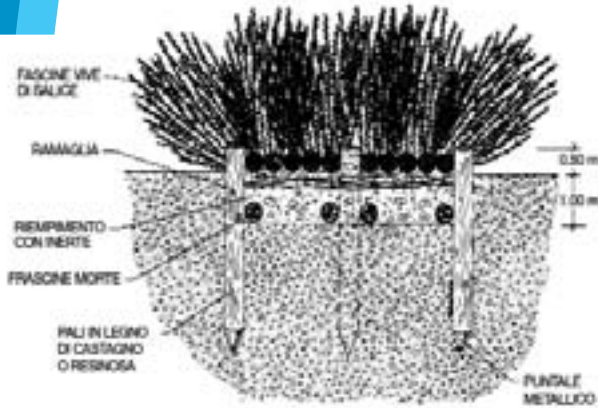
Schema di copertura diffusa



## Interventi di consolidamento

- **Palificata** (semplice, doppia parete, tipo Roma)
- **Pennelli e repellenti**
- **Rullo spondale**
- **Terre rinforzate**

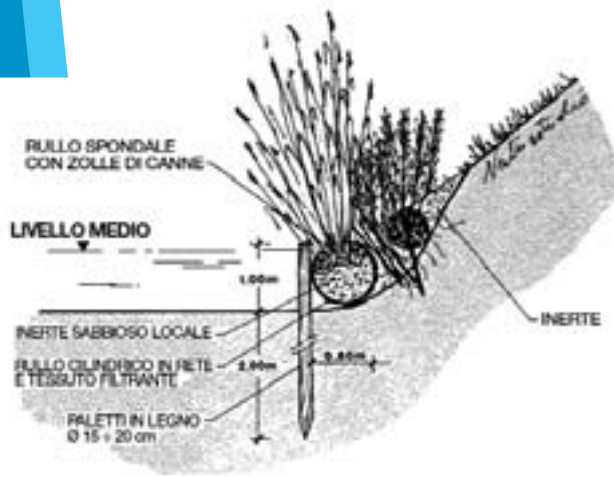
- **Gabbionate/materassi**
- **Scogliere** con **massi vincolati**
- **Scogliere** con **massi ciclopici**



Schema di pennelli repellenti vivi



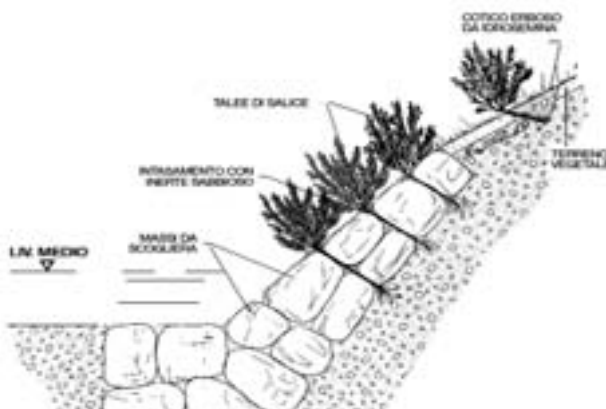
Villafranca - pennelli repellenti vivi



Schema di rullo spondale con zolle di canne



Cava Livorno Ferraris - rullo spondale appena realizzato, lo stesso dopo 8 mesi dopo



Schema di scogliera (di massi ciclopici) rinverdita



Torrente Sangone visto dal ponte di via Sestriere a Torino

## L'allertamento

Gli aspetti della previsione e del preannuncio assumono fondamentale importanza per mitigare gli effetti dei fenomeni calamitosi.

La previsione meteorologica e idrogeologico-idraulica riveste un duplice ruolo fondamentale:

- prima dell'insorgenza dei fenomeni critici, consente di allertare tutte le strutture preposte alla gestione dell'emergenza
- in corso di evento, consente di indirizzare e organizzare meglio le risorse disponibili per fronteggiare le criticità territoriali

Il servizio di previsione, che segnala con anticipo il verificarsi dei fenomeni di dissesto, con particolare riferimento a quelli di piena, consente di specificare se e dove, il pericolo legato a situazioni meteorologiche avverse, può coinvolgere il territorio, consentendo al Sistema di Protezione Civile di attivare preventivamente le azioni di salvaguardia.

L'organizzazione e la gestione del Sistema di Allertamento regionale è affidata al Centro Funzionale di Arpa Piemonte, che garantisce al suo interno l'impiego di personale specializzato per l'interpretazione delle situazioni critiche in tempo reale.

Il sistema prende in considerazione i fenomeni di dissesto connessi al rischio idrogeologico e idraulico, i fenomeni meteorologici e i fenomeni valanghivi, ed è articolato nelle seguenti fasi:

- la fase previsionale nella quale si valutano i fenomeni meteorologici attesi, le conseguenti criticità attese e gli effetti che tali situazioni possono determinare sui beni e sulla popolazione,
- la fase di monitoraggio e sorveglianza nella quale si osserva l'evoluzione dell'evento critico per mezzo di strumenti specifici quali la Rete Meteorologica Automatica, il sistema Radar, il sistema Satellitare.

Per i Fenomeni Meteorologici e quelli relativi al Rischio Idrogeologico e Idraulico, la valutazione della situazione è formulata per ciascuna delle 11 Zone di Allerta nelle quali è stato suddiviso il Piemonte.

La valutazione della situazione attesa e osservata è ricondotta ad uno dei tre livelli della scala di criticità adottata nel sistema di allertamento, rappresentativa di distinti scenari di criticità territoriale:

- **livello 1** Criticità Ordinaria
- **livello 2** Criticità Moderata
- **livello 3** Criticità Elevata

La fase previsionale, che si svolge con l'ausilio di modelli previsionali, si conclude con l'emissione di un Bollettino di Allerta Meteorologica, emesso tutti i giorni dell'anno entro le ore 13:00, con validità 36 ore, spedito ai soggetti istituzionali che concorrono alla gestione dell'emergenza (Protezione civile della Regione Piemonte, Province e Prefetture piemontesi, Dipartimento



Nazionale di Protezione Civile). Il bollettino contiene, per ciascuna zona di allerta, una sezione dedicata ai fenomeni meteorologici con icone rappresentative della tipologia di fenomeno atteso e dell'intensità con la quale si manifesterà, e una sezione dedicata al rischio idrogeologico e idraulico e al Rischio Nevicate, codificati con i livelli della scala di criticità sopra descritta, ai quali si accompagna una breve descrizione dello scenario atteso.

Inoltre, a supporto della fase di Monitoraggio, vengono predisposte le Tabelle dei dati Pluviometrici e Idrometrici che contengono i dati misurati dalle stazioni della Rete Meteorologica Automatica e le relative soglie critiche. La fase di Sorveglianza infine, consente di valutare, in tempo reale, gli effetti di situazioni critiche impreviste e di avvisare il sistema di protezione civile per mezzo di un documento chiamato Avviso Straordinario, che contiene una sintesi di quanto osservato dal Centro Funzionale.

BOLLETTINO		ALLERTA METEOROLOGICA		REGIONE EMILIA-ROMAGNA	
BOLLETTINO N°	DATA EMISSIONE	VALIDITÀ	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE
11000008	29/05/2008 ore 12:00	36 ore	30/05/2008 ore 12:00	Arpa Centro Funzionale	Regione Emilia-Romagna
Zona di Allerta	VIGILANZA METEOROLOGICA			RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO / NEVICATE	
	Livello di vigilanza	Prossime 30 ore Fenomeni rilevanti	Quota neve Oltre 30 ore Fenomeni rilevanti	Livello di criticità Prossime 30 ore Tipo di criticità	Effetti sul territorio
A	AVVISO METEO	Temporali Forti Piogge Forti	2000 - 2900	2 MODERATA	Limitati fenomeni di Raso ed esondazioni
B	AVVISO METEO	Temporali Forti	2500 - 2800	2 MODERATA	Limitati fenomeni di Raso ed esondazioni
C	AVVISO METEO	Piogge Forti Temporali Forti	2700 - 2900	3 ELEVATA	Numerosi fenomeni Raso ed esondazione
D	AVVISO METEO	Piogge Forti Temporali Forti	2700 - 2900	3 ELEVATA	Numerosi fenomeni Raso ed esondazione
E	AVVISO METEO	Piogge Forti temporali Forti	2700 - 2900	3 ELEVATA	Numerosi fenomeni Raso ed esondazione
F	AVVISO METEO	Temporali Forti	2900 - 2900	2 MODERATA	Limitati fenomeni di esondazione
G	AVVISO METEO	Temporali Forti	2700 - 2900	1 ORDINARIA	Ordinaria Criticità conseguente a temporali forti
H	AVVISO METEO	Temporali Forti	2700 - 2900	1 ORDINARIA	Ordinaria Criticità conseguente a temporali forti
I	AVVISO METEO	Temporali Forti	-	1 ORDINARIA	Ordinaria Criticità conseguente a temporali forti
L	AVVISO METEO	Temporali Forti	-	2 MODERATA	Limitati fenomeni di Raso ed esondazioni
M	AVVISO METEO	Piogge Forti Temporali Forti	-	2 MODERATA	Limitati fenomeni di esondazione

LEGENDA delle Zone di Allerta		LEGENDA dei simboli	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>A) Valle (PO-VE)</li> <li>B) Chiana, Conca, Val Salsola (BA-BO-TO-VC)</li> <li>C) Valli d'Oca, Isonzo, Sangone (TO)</li> <li>D) Valli Susa, Chisone, Pellico, Po (CN-TO)</li> <li>E) Valli Varaita, Marec, Stura di Demonte (CN)</li> <li>F) Valle Tanaro (CN)</li> <li>G) Inso, Stornella (AL-AI-CN)</li> <li>H) Tavola (AL)</li> <li>I) Pianura Saffarionata (AL-AI-BO-NO-TO-VC)</li> <li>L) Pianura Torinese, Colina (AL-AI-CN-TO)</li> <li>M) Pianura Padana (CN-TO)</li> </ul>	<p>Nessuna icona presente ai fenomeni significativi Icona chiara, fenomeno non inteso</p> <p><b>Scala Scatole: fenomeno inteso - AVVISO METEO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pioggia</li> <li>Temporale</li> <li>Nevicate</li> <li>Anomalia di Freddo</li> <li>Anomalia di Caldo</li> <li>Vento</li> </ul>	

Attenzione: per una corretta interpretazione ed approfondimenti consultare sempre il disciplinare Diffusibile: <http://www.protezionecivile.it> / <http://centrali.naprotezionecivile.it> con password di accesso: [www.arpa.emilia-romagna.it](http://www.arpa.emilia-romagna.it)

## L'evento alluvionale del 28-29 maggio 2008

Nelle giornate del 28 e 29 maggio 2008 precipitazioni intense e diffuse hanno investito il Piemonte coinvolgendo soprattutto la fascia alpina e prealpina della regione e determinando condizioni di elevata criticità sui versanti e sulla rete idrografica.

Le precipitazioni hanno colpito i tratti montani delle valli Susa, Chisone, Germanasca e Pellice e hanno coinvolto il cuneese con maggiore intensità dal pomeriggio di giovedì 29 maggio. Le precipitazioni cadute nel corso dell'evento si sono inserite in un quadro idrogeologico pregresso di parziale saturazione dei suoli, dovuto alle piogge cadute nelle ultime due settimane che ha contribuito a rendere più marcata la risposta dei corsi d'acqua.

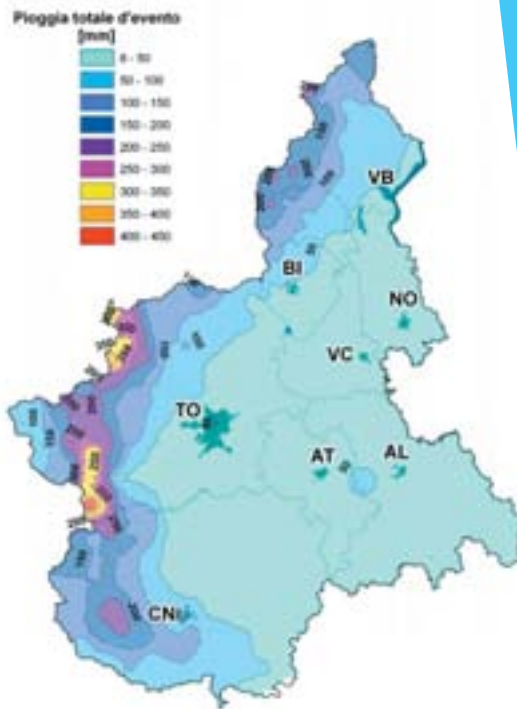
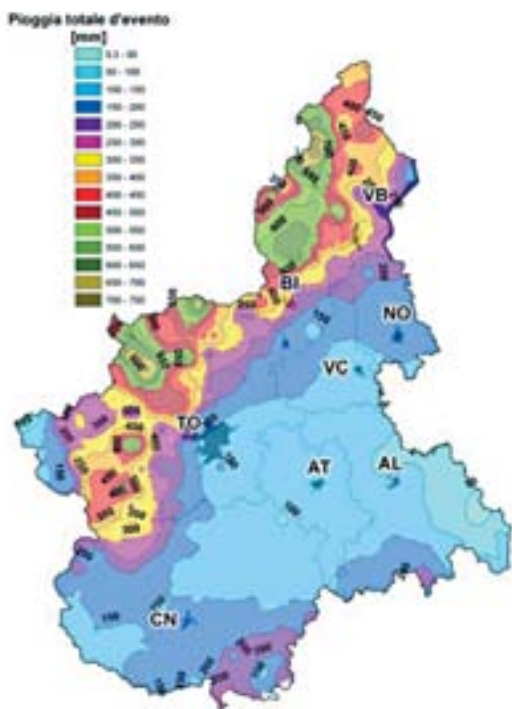
Sulla zona alpina e pedemontana alpina si sono registrate precipitazioni superiori alla media del periodo climatologico 1961-1990 con valori anche triplicati in zone come le Valli di Lanzo.

L'evento è stato particolarmente gravoso per le piogge di durata compresa tra 12 e 24 ore per le quali si sono abbondantemente superati i valori di altezza di precipitazione relativi a tempi di ritorno di 50 anni.

**Tempo di ritorno**  
tempo medio di attesa tra l'occorrere di un determinato evento e il successivo con caratteristiche tali per cui il valore della grandezza in esame viene eguagliato o superato.

### EVENTO ALLUVIONALE DELL'OTTOBRE 2000

### EVENTO ALLUVIONALE DEL MAGGIO 2008



Gli effetti al suolo hanno presentato una distribuzione arealmente discontinua a causa del carattere impulsivo delle precipitazioni e della loro diffusione non uniforme.

A fronte di un episodio con conseguenze estremamente gravi (Villar Pellice, località Garin), gli effetti al suolo, seppur diffusi, non sono confrontabili, in termini di gravità e diffusione, con quelli degli eventi dell'ottobre 2000 e del novembre 1994.

I fenomeni più numerosi sono stati quelli legati alle dinamiche torrentizie e in subordine fluviali con danni alla viabilità, agli edifici e ai terreni agricoli.

Le attivazioni di bacini idrografici laterali, di dimensioni anche ridotte, hanno causato l'asportazione di attraversamenti sul reticolato minore e tratti di strada e l'alluvionamento di alcuni apparati di conoide.

Alcuni corsi d'acqua in particolare nel tratto pedemontano hanno interessato spazi e sezioni che, per cause antropiche o naturali, erano stati limitati o ristretti, provocando in alcuni casi esondazioni, erosioni spondali, sormonto o asportazione di ponti.

I fenomeni franosi a carico della coltre superficiale si sono verificati in localizzati contesti geografici poiché le intensità orarie delle precipitazioni non hanno superato, in generale, le soglie necessarie per l'innesco. Per contro, le precipitazioni cumulate hanno determinato modeste rimobilizzazioni di movimenti franosi più profondi, già conosciuti.



Villar Pellice To (Borgata Garin). Il 29 maggio, intorno alle 10.00 del mattino, il rio Cassarot è stato interessato da una colata detritica che ha percorso tutta l'asta torrentizia depositando nell'area di conoide ingenti quantitativi di materiale detritico. Il passaggio dell'ondata di piena della miscela solido-liquida ha coinvolto alcuni edifici e la strada provinciale, causando la morte di 4 persone. Due edifici sono stati completamente distrutti ed altri sono stati pesantemente danneggiati.

Fare un buco  
nell'acqua

Scoprire  
l'acqua  
calda

## Dove trovare informazioni

- <http://www.arpa.piemonte.it>
- <http://www.irpi.to.cnr.it/>
- <http://www.regione.piemonte.it/protciv/>
- <http://www.gndci.cnr.it>

## Numeri utili in caso di emergenza

La maggior parte di tutti i disastri naturali sono correlati al tempo, al clima, all'acqua e ai loro estremi. Progressi nelle scienze meteorologiche e idrologiche mostrano che l'impatto dei rischi naturali può essere ridotto attraverso la prevenzione e la preparazione.

- **115** Vigili del Fuoco per Soccorso Tecnico Urgente
- **118** Emergenza Sanitaria per Soccorso Sanitario
- **1515** Corpo forestale dello Stato per Incendi Boschivi
- **113** Polizia di stato - Soccorso Pubblico
- **112** Carabinieri
- **117** Guardia di Finanza
- **803 116** Soccorso Stradale

Inoltre, si possono contattare i Comuni o le Province, o comunicare con la Protezione Civile della Regione Piemonte al numero 011 4326600.

### LE RADIO DI CODICE TRE

Sono le **emittenti** che, oltre a diffondere divulgazione quotidiana in materia di protezione civile, diventano **operative in caso di emergenza**. Mandano in onda direttamente le informazioni e le istruzioni necessarie, anche diversificate per singola zona. Il **Codice Tre** indica una situazione di **pericolo per la cittadinanza** e una condizione di massima allerta.

Radio	Frequenza	Località
Radio Amica	97.6-98.0	Biella (BI)
Tele Radio Savigliano TRS	104.05	Savigliano (CN)
Radio GRP	99.3	Torino (TO)
Radio Flash	98.6	Torino (TO)
Radio Alfa Canavese	90.1	Torino (TO)
Radio Nichelino Comunità	107.3-107.4	Nichelino (TO)
Radio Jukebox	94.4	Torino (TO)
Radio Dora	88.0	Chianocco (TO)
Radio Spazio 3	98.4-96.0-100.1	Omegna (VB)





## Note

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---